



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 51 752 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 23/485**  
H 01 L 23/36  
// H01L 29/739,29/74

②1 Aktenzeichen: 199 51 752.5  
②2 Anmeldetag: 27. 10. 1999  
④3 Offenlegungstag: 25. 5. 2000

DE 199 51 752 A 1

③0 Unionspriorität:

10-317982	09. 11. 1998	JP
11-212731	27. 07. 1999	JP
11-264335	17. 09. 1999	JP

⑦1 Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

⑦4 Vertreter:

WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

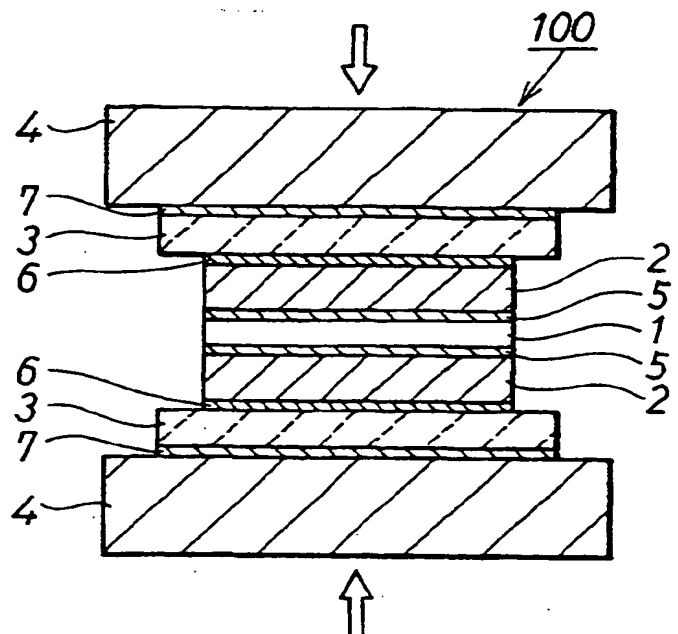
⑦2 Erfinder:

Hirai, Yasuyoshi, Kariya, Aichi, JP; Nomura,  
Kazuhito, Kariya, Aichi, JP; Makino, Tomoatsu,  
Kariya, Aichi, JP; Yoshida, Takahiko, Nishio, Aichi,  
JP; Masahiro, Shiozawal, Nishio, Aichi, JP; Atsushi,  
Hashikawa, Nishio, Aichi, JP; Muneo, Yorinaga,  
Nishio, Aichi, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Elektrische Vorrichtung und Verfahren zu ihrer Herstellung

⑤7 Eine Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps ist mit einem Halbleiterelement (1) mit Elektrodenoberflächen, einem Paar von Elektrodenplatten (2), welche mit den Elektrodenoberflächen über den Druckkontakt kontaktieren, einem Paar von isolierenden Platten (3), welche mit den Außenseiten des Paares der Elektrodenplatten über den Druckkontakt kontaktieren, und einem Paar von Abstrahlungsplatten (4) versehen, welche mit den Außenseiten des Paares der isolierenden Platten über den Druckkontakt kontaktieren. Ein Kontaktzwischenbauteil (5), welches aus Partikelteilen mit wenigstens thermischer Leitfähigkeit und elektrischer Leitfähigkeit gefertigt ist, ist zwischen das Halbleiterelement und die Elektrodenplatte eingefügt. Die Partikelteile des Kontaktzwischenbauteiles umfassen große Partikel mit einem durchschnittlichen Partikeldurchmesser von mehr als 2 µm und kleine Partikel mit einem durchschnittlichen Partikeldurchmesser von gleich oder weniger als 2 µm. Kontaktzwischenbauteile (6, 7) sind in die Lücken oder Spalte eingefügt, welche zwischen der Elektrodenplatte und der isolierenden Platte erzeugt werden, sowie zwischen der isolierenden Platte und der Abstrahlungsplatte, um diese Lücken oder Spalte auszufüllen. Die Kontaktzwischenbauteile sind aus pulverförmigem Material mit zumindest thermischer Leitfähigkeit gefertigt.



DE 199 51 752 A 1

Diese Erfindung betrifft eine elektrische Vorrichtung, genauer gesagt, eine elektrische Vorrichtung, in welcher ein elektrisches Signal von einem wärme- oder hitzeemittierenden Element über ein Elektrodenbauteil ausgegeben wird, indem das wärmeemittierende Element mit dem Elektrodenbauteil kontaktiert wird. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine elektrische Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 16 bzw. 18, welche einen elektrischen Widerstand und einen thermischen Widerstand zwischen dem wärmeemittierenden Element und dem Elektrodenbauteil verringern kann, sowie ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 24 bzw. 26 zur Herstellung einer derartigen elektrischen Vorrichtung.

Es sind bereits Preß- oder Druckkontakt-Halbleitervorrichtungen vorgeschlagen worden, bei welchen eine Hauptelektrodenoberfläche eines Halbleiterelementes (wärmeemittierendes Element) eine Elektrodenplatte (Elektrodenbauteil) kontaktiert, indem diese beiden Elemente oder Bauteile von außen her zusammengepreßt oder -gedrückt werden (dies wird nachfolgend "Druckkontakt" genannt). Eine derartige Vorrichtung ist in einer Struktur bekannt, bei der eine erste Hauptoberfläche des Halbleiterelementes, beispielsweise ein Thyristor als Starkstrom-Leistungstransistor, ein IGBT (Integrated Gate Bipolar Transistor) oder eine große Kondensatordiode durch Hartlöten, Löten oder dergleichen bondiert wird und eine zweite Hauptoberfläche hiervon mit einer Elektrodenplatte durch Druckkontakt kontaktiert wird, oder aber eine Struktur ist bekannt, bei der die erste Hauptoberfläche und die zweite Hauptoberfläche von Elektrodenplatten sandwichartig eingeschlossen werden.

In letzter Zeit wurde diese Art von Halbleiterelement weiterentwickelt, um mehr oder höhere Kapazität zu haben, so daß der Nennstrom erhöht werden kann. Von daher ist es notwendig geworden, einen elektrischen Kontaktwiderstand und einen thermischen Kontaktwiderstand zwischen dem Halbleiterelement und der Elektrodenplatte und zwischen der Elektrodenplatte und einer isolierenden Platte oder abstrahlenden Platte (Wärmesenke) zu verringern, um die Betriebsleistung und Haltbarkeit des Halbleiterelementes zu verbessern.

Um dieser Anforderung zu genügen, wurden bereits Halbleitervorrichtungen vorgeschlagen, wie sie in den offengelegten Japanischen Patentanmeldungen Nr. 54-40569 und Nr. 54-95183 gezeigt sind. In der ersteren Anmeldung wird ein Zwischenbauteil aus Öl oder einem Fett mit daruntergemischtem Metallpulver zwischen eine Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes und die Elektrodenplatte gesetzt und hier unter Druck gehalten, um die elektrischen und thermischen Kontaktwiderstände zu verringern. Da jedoch das Öl oder Fett mit dem hierin enthaltenen Metallpulver selbst ein Isolator ist, ist es schwierig, den elektrischen Widerstand ausreichend zu verringern. Da weiterhin diese chemischen synthetischen Materialien im Vergleich zu Metall schlechte thermische Leitfähigkeiten haben, kann nicht gesagt werden, daß dieser Aufbau den thermischen Widerstand ausreichend verringert.

Demgegenüber wird in der weiter oben an zweiter Stelle genannten Anmeldung ein Zwischenbauteil aus einer Pulvermetallschicht, deren Partikeldurchmesser gleich oder weniger als 2 µm beträgt, zwischen die Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes und die Elektrodenplatte gesetzt und hier unter Druck gehalten, um die elektrischen und thermischen Kontaktwiderstände zu verringern. In diesem Fall wird jedoch die Anzahl von Schnittstellen oder Wechselwirkungsflächen, welche durch jedes Partikel definiert werden, dessen Partikeldurchmesser gleich oder geringer als 2 µm ist, bemerkenswert groß. Von daher wird, obgleich jeder Widerstand (insbesondere der elektrische Widerstand) an jeder Schnittstelle klein ist, der Widerstand insgesamt der Pulvermetallschicht im Vergleich mit einem massiven Metall gleicher Dicke groß. Somit kann auch hier nicht gesagt werden, daß diese Struktur den elektrischen Widerstand zwischen der Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes und der Elektrodenplatte ausreichend verringert.

Eine weitere Maßnahme wurde in der Japanischen offengelegten Patentanmeldung Nr. 8-330338 vorgeschlagen. In dieser Anmeldung wird ein Kontaktzwischenbauteil aus einer weichen Metallfolie zwischen die Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes und die Elektrodenplatte gesetzt, um den elektrischen Kontakt zwischen diesen Teilen zu verbessern. Da eine Oberflächenrauigkeit der weichen Metallfolie so klein wie bei einer Spiegeloberfläche ist, kann das Kontaktzwischenbauteil einen schmalen Spalt nicht füllen, der durch eine Oberflächenenerhebung (oder Abweichung der Oberflächenform von der idealen Ebene) der Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes oder der Oberfläche der Elektrodenplatte verursacht wird. Von daher ist es schwierig, insbesondere den thermischen Widerstand ausreichend zu verringern.

Die oben beschriebenen Probleme sind bei elektrischen Vorrichtungen (nachfolgend "elektrische Vorrichtung des Element/Elektroden-Kontakttyps" genannt) wahrscheinlich allgemein vorhanden, bei welchen ein elektrisches Signal von einem wärmeemittierenden Element über ein Elektrodenbauteil durch Kontaktieren des wärmeemittierenden Elementes mit dem Elektrodenbauteil ausgegeben wird.

Bei einer elektrischen Vorrichtung des Element/Elektroden-Kontakttyps wird zwischen das wärmeemittierende Element und das Elektrodenbauteil eine thermische Pufferplatte gesetzt, um körperliche Schäden an dem wärmeemittierenden Element zu verringern. Derartige körperliche Schäden beinhalten eine Belastungskonzentration aufgrund einer thermischen Verschiebung zwischen dem wärmeemittierenden Element und dem Elektrodenbauteil während der Herstellung des Druckkontaktes oder eine Abnutzung einer Kontaktfläche (insbesondere der Oberfläche des wärmeemittierenden Elementes) aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnung. Der elektrische Widerstand und der thermische Widerstand zwischen dem wärmeemittierenden Element und dem Elektrodenbauteil wird jedoch aufgrund des thermischen Pufferbauteiles, welches dazwischen liegt, vergrößert.

Um dieses Problem zu beseitigen, ist eine Gegenmaßnahme in der offengelegten Japanischen Patentanmeldung Nr. 1-228138 vorgeschlagen worden, bei der das Elektrodenbauteil eine thermische Pufferfunktion hat, um die Anzahl von einzelnen Elementen zu verringern. Gemäß dieser Anmeldung wird eine metallische Platte, welche sowohl eine Anode als auch eine Kathode eines Halbleiterelementes kontaktiert, aus einer Molybdän-Platte (Mo) gefertigt, deren, thermischer Ausdehnungskoeffizient ähnlich demjenigen von Silicium (Si) ist, welches das Hauptmaterial des Halbleiterelementes ist. Hierbei wird die Mo-Platte auch als Elektrode verwendet, welche mit einem externen Leiter kontaktiert, so daß sich die Anzahl von Einzelteilen verringert.

Obgleich eine derartige Struktur das Vorsehen einer Abstrahlungsplatte (Wärmesenke) über eine isolierende Platte an

einer Außenseite des Elektrodenbauteiles (thermisches Pufferelektroden-Bauteil) benötigt, um Wärme nach außen hin abstrahlen zu können, zeigt diese Anmeldung keinerlei Verfahren, um unabhängig elektrischen Strom und von dem Halbleiterelement emittierte Wärme ableiten zu können.

Demgegenüber ist eine isolierende Platte zum Trennen eines Abstrahlungspfad und eines Strompfades, welcher zwischen das Elektrodenbauteil und die Abstrahlungsplatte geschaltet ist, in der offengelegten Japanischen Patentanmeldung Nr. 62-287649 offenbart. Bei dieser Anmeldung wird ein Keramikkörper zwischen die Wärmesenke und den Elektrodenanschluß zur Ausgabe, eines Signals von dem Halbleiterelement geschaltet, um diese Bauteile voneinander zu isolieren, und eine weiche Metallfolie wird weiterhin zwischen die Keramikplatte und die Wärmesenke geschaltet, so daß die Abstrahlungsleistung verbessert wird.

Es könnte somit daran gedacht werden, einen Keramikfestkörper als isolierende Platte zu verwenden, welche zwischen das thermische Pufferelektroden-Bauteil und die Abstrahlungsplatte geschaltet wird. Die thermischen Widerstände an einer Schnittstelle zwischen dem Elektrodenbauteil und der Keramikplatte und einer Schnittstelle zwischen der Abstrahlungsplatte und der Keramikplatte sind jedoch nicht vernachlässigbar klein. Weiterhin muß die Dicke der Keramikplatte für Zusammenbau und Handhabung ausreichend hoch sein.

Somit kann ebenfalls nicht gesagt werden, daß mit einer derartigen Struktur der thermische Widerstand ausreichend verringert werden kann. Somit ist es bei herkömmlichen Strukturen oder Aufbauten gemäß obiger Beschreibung schwierig, sowohl den elektrischen Widerstand als auch den thermischen Widerstand zwischen dem wärmeemittierenden Element und dem Elektrodenbauteil ausreichend zu verringern, selbst wenn das thermische Pufferelektroden-Bauteil als Elektrodenbauteil verwendet wird, um die Anzahl der Komponententeile zu verringern.

Die vorliegende Erfindung wurde angesichts des bisher beschriebenen technischen Hintergrundes gemacht, und ihre Aufgabe ist es, sowohl den elektrischen Widerstand als auch den thermischen Widerstand zwischen einem wärmeemittierenden Element und einem Elektrodenbauteil, welche miteinander kontaktiert sind, zu verringern. Weiterhin soll der elektrische Widerstand und der thermische Widerstand zwischen einem wärmeemittierenden Element und einem Elektrodenbauteil in einer elektrischen Vorrichtung verringert werden, in welcher das wärmeemittierende Element zwischen einem Paar von Elektrodenbauteilen als thermisches Pufferelektroden-Bauteil sandwichartig eingeschlossen ist und wobei die Elektrodenbauteile weiterhin durch ein Paar von Abstrahlungsbauteilen sandwichartig eingeschlossen sind.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die im Anspruch 1 bzw. 16 bzw. 18 angegebenen Merkmale, was die elektrische Vorrichtung betrifft, sowie durch die in den Ansprüchen 24 bzw. 26 angegebenen Merkmale, was das Verfahren zu ihrer Herstellung betrifft. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Kontaktzwischenbauteil aus ersten Bauteilen mit einem ersten mittleren Durchmesser und elektrischer Leitfähigkeit und thermischer Leitfähigkeit und zweiten Bauteilen mit einem zweiten mittleren Durchmesser kleiner als der erste mittlere Durchmesser und mit elektrischer Leitfähigkeit und thermischer Leitfähigkeit bereitgestellt. Gemäß der Erfindung ist die Anzahl von Schnittstellen oder Wechselwirkungsflächen zwischen jedem großen Bauteil verringert, so daß durch die ersten Bauteile der elektrische Widerstand verringert ist, und die Gesamtkontaktfläche wird durch die zweiten Bauteile mit dem zweiten mittleren Durchmesser erhöht, so daß der thermische Widerstand verringert wird. Somit läßt sich eine Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps schaffen, bei welcher eine Hauptelektrodenoberfläche eines Halbleiterelementes mit einer Elektrodenplatte durch Druckkontakt kontaktiert wird, wobei sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand zwischen der Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes und der Elektrodenplatte verringert ist.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Kontaktzwischenbauteil aus einer Metallfolie bereitgestellt, welche Oberflächen hat, die mit dem wärmeemittierenden Element und dem Elektrodenbauteil in Kontakt stehen, wobei die Oberflächen verformt werden, um die Kontaktflächen zwischen dem wärmeemittierenden Element und dem Elektrodenbauteil zu erhöhen; ein Metallpulver wird in die Spalte eingebracht, welche zwischen den verformten Oberflächen und dem wärmeemittierenden Element bzw. dem Elektrodenbauteil gebildet sind. Bei dieser Ausgestaltung wird der elektrische Widerstand durch die Metallfolie verringert und die Gesamtkontaktfläche wird erhöht, so daß der thermische Widerstand durch das Metallpulver verringert wird. Somit kann eine Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps geschaffen werden, bei der eine Hauptelektrodenoberfläche eines Halbleiterelementes mit einer Elektrodenplatte über Druckkontakt kontaktiert ist, wobei sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand zwischen der Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes und der Elektrodenplatte verringert ist.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand der Zeichnung.

Es zeigt:

**Fig. 1** eine schematische Schnittdarstellung durch eine Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 2A, 2B und 2C** schematische Darstellungen zur Veranschaulichung eines bestimmten Aufbaus eines Kontaktzwischenbauteiles in der ersten Ausführungsform;

**Fig. 3** eine graphische Darstellung zur Veranschaulichung von Beziehungen zwischen einem Mischungsverhältnis und Änderungen des elektrischen Kontaktwiderstandes und zwischen einem Mischungsverhältnis und Änderungen des thermischen Kontaktwiderstandes in der ersten Ausführungsform;

**Fig. 4** eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung eines bestimmten Aufbaus eines abgewandelten Kontaktzwischenbauteiles der ersten Ausführungsform;

**Fig. 5** eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung eines bestimmten Aufbaus eines Kontaktzwischenbauteiles gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 6** eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung eines bestimmten Aufbaus eines Kontaktzwischenbauteiles gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 7** eine schematische Schnittdarstellung zur Erläuterung einer Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 8** eine schematische Schnittdarstellung einer Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps gemäß des Standes der Technik; und

**Fig. 9** eine schematische Schnittdarstellung einer Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

In den einzelnen Figuren der Zeichnung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder einander entsprechende Abschnitte oder Elemente.

[Erste Ausführungsform]

In dieser Ausführungsform wird die vorliegende Erfindung bei einer Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps als elektrische Vorrichtung des Element/Elektroden-Kontakttyps angewendet. **Fig. 1** ist eine schematische Schnittdarstellung durch eine Halbleitervorrichtung **100** des Druckkontakttyps gemäß dieser Ausführungsform.

Ein Halbleiter **1** ist ein Leistungshalbleiterelement, beispielsweise ein IGBT oder ein Thyristor. Die beiden Oberflächen (Hauptoberfläche und Rückenfläche) des Halbleiters **1** (obere Seite ist die Hauptoberfläche und untere Seite ist die Rückenfläche in **Fig. 1**) sind als Hauptelektrodenoberflächen ausgebildet, auf denen eine nicht gezeigte Elektrode aus beispielsweise Aluminium (Al) oder Gold (Au) ausgebildet ist. Das Halbleiterelement **1** wird von einem Paar von Elektrodenplatten **2** aus beispielsweise Molybdän (Mo) oder Kupfer (Cu) sandwichartig eingeschlossen, welche an den beiden Hauptelektrodenoberflächen angeordnet sind.

Weiterhin wird das Paar von Elektrodenplatten **2** durch ein Paar von isolierenden Platten **3** sandwichartig eingefasst, welche beispielsweise aus Aluminiumnitrid (AlN) gefertigt sind und an den äußeren Seiten der beiden Elektrodenplatten **2** angeordnet sind. Das Paar von isolierenden Platten **3** wiederum wird durch ein Paar von Abstrahlungsplatten (Wärmesenken) **4** sandwichartig eingeschlossen, die aus einem thermisch leitfähigen Material, beispielsweise Kupfer (Cu) oder Aluminium (Al), gefertigt sind und an den Außenseiten der beiden isolierenden Platten **3** angeordnet sind. Kontaktzwischenbauteile **5**, **6** und **7** sind zwischen jeden Kontaktabschnitt eingefügt, d. h. zwischen die Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes **1** und die Elektrodenplatte **2**, zwischen die Elektrodenplatte **2** und die isolierende Platte **3** und zwischen die isolierende Platte **3** und Abstrahlungsplatte **4**, um die thermischen Widerstände zwischen der Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes **1** und der Elektrodenplatte **2**, zwischen der Elektrodenplatte **2** und der isolierenden Platte **3** und zwischen der isolierenden Platte **3** und der Abstrahlungsplatte **4** sicherzustellen und um elektrische Widerstände zwischen dem Halbleiterelement **1** und der Elektrodenplatte **2** sicherzustellen.

Jedes der Bauteile **1** bis **7** ist in einer Mehrschicht-Struktur aufgebaut und miteinander durch Druckkontakt kontaktiert, der in Form eines bestimmten Kontaktdruckes in Richtung der Pfeile in **Fig. 1** durch eine nicht näher dargestellte Druckaufbringvorrichtung angelegt wird. Hierbei bedeutet "Druckkontakt" einen Kontakt, der durch einen Druck erzeugt wird, so daß die zu kontaktierenden Materialien oder Elemente sandwichartig zusammengefügt sind. Das elektrische Signal wird von der unteren Elektrodenplatte **2** über die obere Elektrodenplatte **2** und das Halbleiterelement **1** abgegriffen, um ein sogenanntes Leistungselement des Vertikaltyps zu erhalten.

Nachfolgend wird das Kontaktzwischenbauteil **5**, welches zwischen die Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes **1** und die Elektrodenplatte **2** geschaltet ist, näher erläutert.

Zunächst soll eine Basis zum Zwischenschalten oder Einfügen des Zwischenbauteiles kurz erläutert werden. Tabelle 1 zeigt relative Vergleichsdaten des elektrischen Widerstandes (elektrischer Kontaktwiderstand) und des thermischen Widerstandes (thermischer Kontaktwiderstand) zwischen den nachfolgenden beiden Fällen: In einem Fall ist kein Bauteil, wie später noch in **Fig. 2C** zu sehen ist, zwischen die Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes **1** und die Elektrodenplatte **2** eingebracht, wenn eine Oberflächenelektrode des Halbleiterelementes **1** aus Aluminium (Al) ist, deren Oberflächenrauigkeit  $R_a$  annähernd  $0,2 \mu\text{m}$  beträgt und wenn die Elektrodenplatte **2** aus Molybdän (Mo) ist, dessen Oberflächenrauigkeit  $R_a$  annähernd  $0,05 \mu\text{m}$  beträgt. Der zweite Fall ist derjenige, daß gemäß **Fig. 2A** oder **2B** Goldpulver (Au), dessen durchschnittlicher Partikeldurchmesser im Bereich von  $50$  bis  $100 \mu\text{m}$  liegt, als Metallpulver mit einer Menge von  $20 \text{ mg/cm}^2$  eingefügt wird und das Halbleiterelement **1** von den beiden Seiten der Elektrodenplatten **2** her mit einem Druck von  $50 \text{ kg/cm}^2$  durch eine nicht gezeigte Druckanlegevorrichtung unter Druck gesetzt wird.

Tabelle 1

	ELEKTRISCHER WIDERSTAND	THERMISCHER WIDERSTAND
OHNE METALLPULVER	1	1
MIT METALLPULVER	0,196	0,663

Wie aus Tabelle 1 zu sehen ist, können sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand durch das Einbringen des Goldpulvers verringert werden. Der Grund hierfür ist wie folgt: Für den Fall, daß kein Goldpulver vorhanden ist, werden zwischen der Oberflächenelektrode des Halbleiterelementes **1** und der Elektrodenplatte **2** aufgrund von Formabweichungen oder Biegungen (oder Abweichung der Oberflächenform von der idealen Ebene) in jeder Oberfläche Lücken oder Spalte erzeugt. In diesem Fall verringert sich die Gesamtkontaktfläche zwischen den beiden Elementen, so daß sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand anwachsen. Im Gegensatz hierzu werden im Falle eines Goldpulvers durch das Goldpulver die Lücken oder Spalte aufgrund von Formabweichungen oder Verbiegungen aufgefüllt, so daß sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand abnehmen können.

Die Fig. 2A und 2B zeigen schematische Darstellungen eines bestimmten Aufbaus eines Kontaktzwischenbauteiles 5 dieser Ausführungsform. Zwei oder mehr Arten oder Sorten von Partikeln 5a und 5b, deren durchschnittliche Partikeldurchmesser sich voneinander unterscheiden, sind als Kontaktzwischenbauteil 5 zwischen die Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes 1 und die Elektrodenplatte 2 eingefügt. Mit anderen Worten, große Partikel (erste Partikelteile) 5a als Partikelteile und kleine Partikel (zweite Partikelteile) 5b als Füllstoff, deren durchschnittlicher Partikeldurchmesser kleiner als derjenige der großen Partikel 5a ist, sind zwischen das Halbleiterelement und die Elektrodenplatte 2 eingefügt. Jedes der Partikel 5a und 5b ist aus einem Partikelmateriale mit thermischer Leitfähigkeit und elektrischer Leitfähigkeit.

Hierbei zeigt Fig. 2B ein Beispiel, bei welchem die durchschnittliche Partikelgröße der großen Partikel 5a größer als diejenige in Fig. 2A ist. Fig. 2C zeigt ein Beispiel ohne irgendein Kontaktzwischenbauteil 5. In den Fig. 2A und 2B kann, obgleich der Partikeldurchmesser eines jeden großen Partikels 5a in jeder der Figuren sich von demjenigen eines anderen Partikels nur leicht unterscheidet, diese Ausführungsform so betrachtet werden, als ob die großen Partikel 5a im wesentlichen den gleichen Partikeldurchmesser (im wesentlichen einen bestimmten Durchmesser) haben, obgleich es geringe Unterschiede in den Partikeldurchmessern gibt.

Nach einem Mischen der großen Partikel 5a und der kleinen Partikel 5b mit jeweils unterschiedlichem mittleren oder durchschnittlichem Partikeldurchmesser wird diese Mischung eingebracht oder eingefügt, und das Halbleiterelement 1 und die Elektrodenplatte 2 werden zusammengedrückt, um den Druckkontakt zu bilden. Auf diese Weise wird die Anzahl von Grenz- oder Wechselwirkungsflächen zwischen jedem Partikel, welches großen elektrischen Widerstand hat, durch die großen Partikel 5a verringert. Im Ergebnis wird ein elektrischer Leitfähigkeitspfad mit kleinem Schnittstellenwiderstand erzeugt, so daß der elektrische Widerstand zwischen dem Halbleiterelement 1 und der Elektrodenplatte 2 verringert werden kann. Weiterhin bzw. demgegenüber werden die Spalte oder Lücken zwischen jedem großen Partikel 5a von den kleinen Partikeln 5b aufgefüllt, so daß die Gesamtkontaktfläche vergrößert werden kann und der thermische Widerstand verringert werden kann.

Wie in den Fig. 2A und 2B gezeigt, sind einige der Kontaktflächen bei den großen Partikeln 5a ähnlich einem Punktkontakt abhängig von der jeweiligen Partikelform. Da der elektrische Widerstand hauptsächlich von der Anzahl von Kontaktpunkten (Kontaktschnittstellen unter den jeweiligen Partikeln) abhängt, jedoch nicht von der Kontaktfläche, steigt der elektrische Widerstand nicht zu sehr an. Mit anderen Worten, die kleinen Partikel müssen nicht perfekt die Lücken oder Spalte zwischen den großen Partikeln 5a ausfüllen, und es ist annehmbar, daß wenigstens die kleinen Partikel 5b, deren durchschnittlicher Partikeldurchmesser kleiner als derjenige der großen Partikel 5a ist, sich in den Spalte oder Lücken zwischen den großen Partikeln 5a befinden.

Der durchschnittliche Partikeldurchmesser der kleinen Partikel 5b ist nicht auf die exemplarischen Werte beschränkt, wie sie nachfolgend genannt werden, solange der durchschnittliche Partikeldurchmesser der kleinen Partikel 5b kleiner als derjenige der großen Partikel 5a ist, um die Spalte oder Lücken zwischen den großen Partikeln 5a ausfüllen zu können. Weiterhin können verschiedene Arten von Partikeln (nicht gezeigt), deren durchschnittliche Partikeldurchmesser sich voneinander unterscheiden und jeweils kleiner als diejenigen der großen Partikel 5a sind, in die Lücken oder Spalte zwischen die großen Partikel 5a zusätzlich zu den kleinen Partikeln 5b eingefügt oder eingefüllt werden.

Aus experimentellen Untersuchungen hat sich ergeben, daß die Anzahl von Schnittstellen oder Wechselwirkungsflächen, die von Partikeln erzeugt werden, deren Partikeldurchmesser gleich oder kleiner als 2 µm ist, groß wird. Von daher kann die Anzahl von Wechselwirkungsflächen zwischen den Partikeln verringert werden, so daß der elektrische Widerstand abnimmt, indem ein durchschnittlicher Partikeldurchmesser der großen Partikel 5a auf mehr als 2 µm gesetzt wird und ein durchschnittlicher Partikeldurchmesser der kleinen Partikel 5b auf gleich oder kleiner als 2 µm. Hierbei ist es bevorzugt, einen minimalen Partikeldurchmesser der großen Partikel 5a auf mehr als 2 µm festzusetzen und einen maximalen Partikeldurchmesser der kleinen Partikel 5b auf gleich oder kleiner als 2 µm. Weiterhin ist es bevorzugt, kleine Partikel 5b zu verwenden, deren durchschnittlicher Partikeldurchmesser kleiner als die Oberflächenrauigkeit Ra der Elektrode ist, da derart kleine Partikel 5a Flächenabweichungen der Kontaktfläche ausfüllen können, so daß die Kontaktfläche anwachsen kann.

Hierbei können die großen Partikel 5a aus einem oder mehreren Materialien gefertigt werden, welche thermische Leitfähigkeit und elektrische Leitfähigkeit haben, beispielsweise aus Au, Ag, Sn, Al, Cu, Pt, Ni, Ti, C, Pb, Cr, Mo, W, Lotverbindungen oder Zusammensetzungen einiger dieser Metalle (diese Metallgruppe wird als "Materialgruppe A" bezeichnet); gleiches trifft auf die kleinen Partikel 5b zu. Das Material der großen Partikel 5a kann oder kann nicht das gleiche wie dasjenige der kleinen Partikel 5b sein.

Fig. 3 zeigt Ergebnisse von Experimenten und Untersuchungen, wobei die Beziehungen zwischen einem Mischungsverhältnis der großen Partikel 5a für das Gesamtvolumen der großen und kleinen Partikel 5a und 5b und Änderungen des elektrischen Kontaktwiderstandes (□) des Kontaktzwischenbauteiles 5 und zwischen dem Mischungsverhältnis und Änderungen des thermischen Kontaktwiderstandes (•) des Kontaktzwischenbauteiles 5 dargestellt sind. Genauer gesagt, Fig. 3 zeigt Änderungen des elektrischen Widerstandes und des thermischen Widerstandes gegenüber Änderungen des Volumenverhältnisses der großen Partikel 5a im Gesamtvolumen der Partikel 5a und 5b, wobei die Oberflächenenelektrode des Halbleiterelementes 1 aus Al (Oberflächenrauigkeit Ra gleich 0,2 µm) und die Elektrodenplatte aus Mo (Oberflächenrauigkeit Ra gleich 0,05 µm) gemacht ist. Das Kontaktzwischenbauteil 5 ist aus einer Mischung von Ag-Pulver (als kleine Partikel 5b) mit durchschnittlichem Partikeldurchmesser gleich oder geringer als 2 µm und Ag-Pulver (als große Partikel 5a) mit durchschnittlichem Partikeldurchmesser in einem Bereich von 50 bis 100 µm hergestellt und mit einer Menge von 30 mg/cm<sup>2</sup> eingefügt oder eingebracht. Schließlich werden Mehrschicht-Bauteile miteinander über Druckkontakt kontaktiert, der mit einem bestimmten Kontaktdruck von einer nicht gezeigten Druckaufbringvorrichtung aufgebracht wird.

In Fig. 3 ist der konstante elektrische Widerstand auf den Wert 1 normalisiert bei einem Wert, bei welchem das Volumenverhältnis der großen Partikel 5a 0 Vol.-% (Volumenprozent) beträgt. Auf ähnliche Weise ist der konstante thermische Widerstand auf den Wert 1 normalisiert bei einem Wert, bei welchem das Volumenverhältnis der großen Partikel 5a bei 100% liegt. Wie aus Fig. 3 zu entnehmen ist, kann jeder Widerstand durch Einstellen des Volumenprozentanteils der

beiden unterschiedlichen Metallpulver reduziert werden.

Gemäß Fig. 3 nimmt der thermische Kontaktwiderstand auf weniger als die Hälfte des Maximalwertes ab, wenn das Volumenverhältnis der großen Partikel 5a im Bereich von 0 bis annähernd 45 Vol.-% liegt. Der elektrische Kontaktwiderstand nimmt auf weniger die Hälfte als der Maximalwert ab, wenn das Volumenverhältnis der großen Partikel 5a im Bereich von annähernd 5 bis 100 Vol.-% liegt und nimmt auf weniger als 0,1 ab, wenn das Volumenverhältnis im Bereich von annähernd 15 bis 100 Vol.-% liegt. Von daher ist es bevorzugt, das Volumenverhältnis der großen Partikel 5a innerhalb eines Bereiches von annähernd 5 bis annähernd 45 Vol.-% festzusetzen, und weiterhin ist es bevorzugt, das Volumenverhältnis der großen Partikel 5a innerhalb annähernd 15 bis annähernd 30 Vol.-% zu setzen, um sowohl den elektrischen Widerstand als auch den thermischen Widerstand erheblich zu verringern. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese obigen Werte beschränkt.

Wenn in dieser Ausführungsform der durchschnittliche Partikeldurchmesser der kleinen Partikel 5b 2 µm beträgt, ist der durchschnittliche Partikeldurchmesser der kleinen Partikel 5b annähernd in einem Bereich von 1/50 bis 1/25 desjenigen der großen Partikel 5a. Ähnlich ist, wenn der durchschnittliche Partikeldurchmesser der kleinen Partikel 5b 1,5 µm, 1 µm, 0,5 µm beträgt, dann der durchschnittliche Partikeldurchmesser der kleinen Partikel 5b annähernd innerhalb eines Bereiches von 3/200 bis 3/100, 1/1000 bis 1/50, 1/200 bis 1/100 derjenigen der großen Partikel 5a.

Auf diese Weise kann gemäß dieser Ausführungsform eine Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps geschaffen werden, welche als elektrische Vorrichtung des Element/Elektroden-Kontakttyps wirkt, bei welchem sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand zwischen dem Halbleiterelement 1 (als wärmeemittierendes Element) und der Elektrodenplatte 2 (als Elektrodenabschnitt) verringert wird, indem das Kontaktzwischenbauteil 5 aus den großen Partikeln 5a und den kleinen Partikeln 5b zwischen das Halbleiterelement 1 und die Elektrodenplatte 2 eingefügt oder eingebracht wird.

Hier ist in dieser Ausführungsform die Abstrahlungsplatte 4 in Druck- oder Preßkontakt mit der Elektrodenplatte 2 an einer Oberfläche gegenüber einer Druckkontaktoberfläche mit der Hauptelektrodenoberfläche, wobei die isolierende Platte 3 zwischengeschaltet ist. Weiterhin sind die Kontaktzwischenbauteile 6 und 7 zwischen die Elektrodenplatte 2 und die isolierende Platte 3 und zwischen die isolierende Platte und die Abstrahlungsplatte 4 eingefügt. Obgleich wahrscheinlich der Hauptanteil des thermischen Widerstandes an diesen Schnittstellen anwachsen würde, können die thermischen Widerstände an diesen Schnittstellen verringert werden, da die Kontaktzwischenbauteile 6 und 7 thermisch leitfähige Bauteile, beispielsweise ein Metallpulver (z. B. aus Gold oder Silber), sind, welche in die Spalte oder Lücken zwischen diesen Schnittstellen eingefüllt sind.

Tabelle 2 zeigt ein experimentelles Ergebnis des Kontaktzwischenbauteiles 6, welches in die Spalte zwischen der Elektrodenplatte 2 und der isolierenden Platte 3 eingefüllt ist. Hierbei ergibt sich ein Fall, daß das Kontaktzwischenbauteil 6 zwischen der Elektrodenplatte 2 und der isolierenden Platte 3 liegt, wobei die Elektrodenplatte 2 aus Molybdän (Mo) ist, mit einer Oberflächenrauigkeit Ra von annähernd 0,05 µm; die isolierende Platte 3 ist aus Aluminiumnitrid (AlN) mit einer Oberflächenrauigkeit Ra von annähernd 0,2 µm; das Kontaktzwischenbauteil 6 enthält Au-Pulver mit einem durchschnittlichen oder mittleren Partikeldurchmesser gleich oder geringer als 2 µm und ist mit einer Menge von 20 mg/cm<sup>2</sup> eingebracht; und das Halbleiterelement 1 wird von den beiden Seiten der Elektrodenplatte 2 her durch einen Druck von 50 kgf/cm<sup>2</sup> angedrückt.

Ein anderer Fall ist der, daß kein Metallpulver (Goldpulver) als Kontaktzwischenbauteil 6 vorhanden ist. Gemäß Tabelle 2 läßt sich der thermische Widerstand mit dem Goldpulver im Vergleich zu ohne Goldpulver erheblich verringern.

Tabelle 2

	THERMISCHER WIDERSTAND
OHNE METALLPULVER	1
MIT METALLPULVER	0,187

Die Halbleitervorrichtung 100 mit diesem Aufbau wird durch die nachfolgenden Schritte hergestellt: Nachdem die Kontaktzwischenbauteile 5, 6 und 7, welche aus den beiden Partikelarten 5a und 5b hergestellt sind, zwischen jedes der Bauteile 1-4 eingebracht worden sind, werden die Mehrschicht-Bauteile 1-4 miteinander durch Druckkontakt kontaktiert, indem ein bestimmter Kontaktdruck von beiden Seiten des Paares von Abstrahlungsplatten durch eine nicht gezeigte Druckanlegevorrichtung aufgebracht wird. Nachfolgend wird ein Verfahren zum Einfügen oder Zwischenschalten des Kontaktzwischenbauteiles 5 näher erläutert.

Zunächst werden die beiden Partikel 5a und 5b in einem bestimmten Volumenverhältnis abgewogen und einem flüchtigen oder verdampfbaren Lösungsmittel, beispielsweise einem organischen Lösungsmittel, hinzugefügt und hierin aufgemischt, um eine Paste herzustellen. Diese Paste wird zumindest auf eine der Hauptelektrodenoberflächen des Halbleiterelementes 1 und/oder der Elektrodenplatte 2 aufgebracht. Die Bauteile 1-7 werden gemäß obiger Beschreibung aufeinander geschichtet oder -laminiert und dann werden die laminierten Bauteile unter Druck gesetzt. Das flüchtige Lösungsmittel wird durch Erwärmen (beispielsweise auf 200°C) oder durch Lufttrocknung der Paste entfernt. Auf diese Weise verbleiben nur die beiden Partikelarten 5a und 5b als Kontaktzwischenbauteil 5.

Bei diesem Einfügeverfahren läßt sich die Herstellungsleistung verbessern, da das Kontaktzwischenbauteil 5 zwischen die Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiters 1 und der Elektrodenplatte 2 unter Anwendung eines einfachen verfahrensschrittes eingefügt werden kann, bei welchem nach Herstellung der Paste aus den Partikeln 5a und 5b die Paste aufgebracht und getrocknet wird.

Hierbei läßt sich das Kontaktzwischenbauteil durch den folgenden Schritt einbringen oder einfügen: Zunächst werden die Partikel 5a und 5b als Pulvermischung gemischt. Diese Mischung wird in einen festen Körper umgewandelt, indem sie mit einem Druck zusammengepreßt wird, der unter dem Kontaktdruck liegt. Dieser Festkörper wird zwischen die

Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes **1** und der Elektrodenplatte **2** eingefügt. Schließlich wird die laminierte Struktur, welche den Festkörper enthält, durch den Kontaktdruck zusammengedrückt.

Eine Abwandlung dieses Einfügeverfahrens ist wie folgt:

In dem Fall, wo eine Oberflächen Elektrode des Halbleiterelementes aus Aluminium (Al) gefertigt ist mit einer Oberflächenrauigkeit  $R_a$  von annähernd  $0,2 \mu\text{m}$  und die Elektrodenplatte **2** aus Molybdän (Mo) gefertigt ist mit einer Oberflächenrauigkeit  $R_a$  von annähernd  $0,05 \mu\text{m}$ , wird Goldpulver (Au) mit mittlerem Partikeldurchmesser von gleich oder weniger als  $2 \mu\text{m}$  (kleine Partikel **5b**) und Goldpulver (Au) mit einem mittleren Partikeldurchmesser in einem Bereich von  $50$  bis  $100 \mu\text{m}$  (große Partikel **5a**) gemischt, um eine Mischung herzustellen, welche in einer Menge von  $30 \text{ mg/cm}^2$  als Kontaktzwischenbauteil **5** verwendet wird.

Die Pulvermischung wird zwischen ein Paar von nicht gezeigten flachen Platten sandwichartig eingeschlossen. Diese Sandwichstruktur wird durch einen Druck von  $5 \text{ kgf/cm}^2$  durch eine nicht gezeigte Druckanlegevorrichtung unter Druck gesetzt, um die Pulvermischung in einen Festkörper umzuwandeln. Nachdem dieser Festkörper zwischen die Elektrodenplatte **1** und die Elektrodenplatte **2** eingefügt worden ist, wird das Halbleiterelement **1** von den beiden Seiten der Elektrodenplatte **2** her mit einem Druck von  $50 \text{ kgf/cm}^2$  durch die Druckanlegevorrichtung unter Druck gesetzt, so daß der Festkörper als Kontaktzwischenbauteil **5** eingefügt wird und bleibt.

Bei diesem abgewandelten Einfügeverfahren wird die Handhabung vereinfacht, so daß die Arbeitsleistung sich anheben läßt, da die Partikel **5a** und **5b** gemischt den Festkörper ergeben. Weiterhin ist der Druck zur Ausbildung des Festkörpers kleiner als der Kontaktdruck, und nachfolgend wird der Festkörper durch den aufgetragenen Kontaktdruck nach der Einfügung erneut unter Druck gesetzt. Von daher wird die Kontaktfläche vergrößert, da der Festkörper nochmals verformt wird, so daß sich der elektrische Widerstand und der thermische Widerstand verringern.

Das Einbring- oder Einfügeverfahren für das Kontaktzwischenbauteil **5** ist nicht auf die oben genannten zwei Verfahren beschränkt. Mit anderen Worten, eine Pulvermischung aus den Partikeln **5a** und **5b** kann direkt in den Einfügeabschnitt oder auf den Einfügeabschnitt aufgebracht, beispielsweise aufgesprüht, werden. Weiterhin kann das Kontaktzwischenbauteil **6** bzw. **7** aus Metallpulver, beispielsweise Gold oder Silber, unter Verwendung des Einfügeverfahrens für das Kontaktzwischenbauteil **5** genauso gut eingefügt oder eingebracht werden.

**Fig. 4** zeigt schematisch ein modifiziertes oder abgewandeltes Kontaktzwischenbauteil dieser Ausführungsform. In der oben beschriebenen Ausführungsform gemäß der **Fig. 2A** oder **2B** wird das Kontaktzwischenbauteil **5** dadurch hergestellt, daß vorab die beiden unterschiedlichen Partikel **5a** und **5b** gemischt werden; das Kontaktzwischenbauteil **5** kann jedoch auch durch nicht vorheriges Mischen der Partikel **5a** und **5b** mit unterschiedlichen Durchmessern hergestellt werden. Mit anderen Worten, gemäß **Fig. 4** können die großen Partikel **5a** und die kleinen Partikel **5b** auf der Oberfläche entweder des Halbleiterelementes **1** und/oder der Elektrodenplatte **2** angeordnet werden. Danach erfolgt ein Laminieren des Halbleiters **1** und der Elektrodenplatte **2** durch den Druckkontakt. Mit diesem Verfahren lassen sich gleiche oder ähnliche Ergebnisse wie in der oben beschriebenen Ausführungsform erzielen. Hierbei entspricht jeder Raum zwischen den großen Partikeln **5a** einem Spalt entlang der großen Partikel **5a**.

#### [Zweite Ausführungsform]

Was das Kontaktzwischenbauteil **5** betrifft, welches zwischen das Halbleiterelement (das wärmeemittierende Element) **1** und die Elektrodenplatte (das Elektrodenbauteil) **2** eingefügt wird, so ist gemäß **Fig. 5** ein Anschlag oder ein Kissen **50a** mit bestimmtem Durchmesser zumindest entweder an dem Halbleiterelement **1** oder der Elektrodenplatte **2** vorgesehen, welches anstelle der großen Partikel **5a** gemäß der ersten Ausführungsform verwendet wird. Das (die) Kissen **50a** kann (können) auf übliche Weise hergestellt werden, beispielsweise unter Verwendung einer Lotlegierung (beispielsweise Reflow-Lotkügelchen), und hat sowohl thermische als auch elektrische Leitfähigkeit.

Das Halbleiterelement **1** und die Elektrodenplatte **2** werden miteinander durch Druckkontakt über eine Mehrzahl derartiger Anschläge oder Kissen **50a** in Kontakt gebracht. Partikel (Partikelbauteile, Füllstoffteile) **50b**, welche thermische Leitfähigkeit und elektrische Leitfähigkeit haben und einen durchschnittlichen oder mittleren Partikeldurchmesser kleiner als der bestimmte Durchmesser der Kissen **50a** haben, sind in die Lücken oder Spalte zwischen den einzelnen Kissen **50a** eingefügt. Auf diese Weise wird das Kontaktzwischenbauteil **5** dieser Ausführungsform durch Einfügen oder Einfüllen der Partikel **50b** zwischen die Kissen **50a** gebildet. Die Kissen **50a** und die Partikel **50b** können aus der Materialgruppe **A** gemäß der ersten Ausführungsform hergestellt werden.

Zwei oder mehr Arten oder Sorten nicht gezeigter Partikel, deren durchschnittliche Partikeldurchmesser sich voneinander unterscheiden und kleiner als der bestimmte Durchmesser des Kissens **50a** sind, lassen sich zusätzlich zu den Partikeln **50b** zwischen die Kissen **50a** einbringen. Weiterhin müssen die Partikel **50b** die Lücken oder Spalte zwischen den Kissen **50a** nicht vollständig ausfüllen und es ist akzeptabel, daß zumindest die Partikel **50b**, deren Partikeldurchmesser kleiner als derjenige der Kissen **50a** ist, in den Spalte oder Lücken zwischen den Kissen **50a** vorhanden sind.

Im Ergebnis wird ein elektrisch leitfähiger Pfad erzeugt, so daß der elektrische Widerstand zwischen dem Halbleiterelement **1** und der Elektrodenplatte **2** verringert werden kann. Demgegenüber sind die Lücken oder Spalte zwischen den einzelnen Kissen **50a** mit den Partikeln **5b** ausgefüllt, so daß die Gesamtkontaktfläche vergrößert werden kann und der thermische Widerstand verringert werden kann.

Somit läßt sich bei dieser Ausführungsform eine Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps schaffen, welche als Element/Elektroden-Kontakttypvorrichtung wirkt, wobei sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand zwischen dem Halbleiterelement **1** und der Elektrodenplatte **2** verringert sind.

#### [Dritte Ausführungsform]

Gemäß **Fig. 6** kann eine Metallfolie **10**, welche eine verformte Oberfläche hat, zwischen das Halbleiterelement (wärmeemittierende Element) **1** und die Elektrodenplatte (Elektrodenbauteil) **2** eingefügt oder eingebracht werden, um die Kontaktfläche zwischen dem Halbleiterelement **1** und der Elektrodenplatte **2** zu vergrößern. In die Lücken oder Spalte,



welche durch die Metallfolie **10** gebildet werden, wird ein Metallpulver **11** eingefüllt, so daß durch die Metallfolie **10** und das Metallpulver **11** ein Kontaktzwischenbauteil gebildet wird. Die Metallfolie **10** und das Metallpulver können aus einem Material oder Materialien bestehen, welches oder welche aus der Materialgruppe A der ersten Ausführungsform stammt oder stammen.

Die Metallfolie **10**, welche zwischen das Halbleiterelement **1** und die Elektrodenplatte **2** einzufügen ist, hat auf ihrer gesamten Oberfläche Formabweichungen, welche durch absichtliches Aufrauen der Oberfläche, beispielsweise durch Naßätzen, Trockenätzen, Schleifen oder Polieren mit beispielsweise Sandpapier oder dergleichen, hergestellt werden, um Rillen oder Vertiefungen zu bilden, oder die Metallfolie **10** kann gezielt verbogen werden. Auf diese Weise lassen sich die Formabweichungen oder Unebenheiten der Metallfolie an entsprechende Formabweichungen oder Unebenheiten in der Elektrodenoberfläche des Halbleiterelementes **1** und/oder der Elektrodenplatte **2** besser anpassen oder anlegen, so daß die Kontaktfläche ausreichend groß wird.

Im Falle dieser Ausführungsform muß wie in der ersten und zweiten Ausführungsform das Metallpulver **11** die Lücken oder Spalte zwischen der Metallfolie **10** mit den Formabweichungen nicht perfekt ausfüllen, und es ist annehmbar oder ausreichend, daß zumindest in den Lücken, welche durch die Metallfolie **10** erzeugt werden, teilweise das Metallpulver **11** vorhanden ist. Hierbei kann das Metallpulver **11** aus einer Vielzahl von Arten von partikelförmigen Bauteilen (nicht gezeigt) bestehen, deren durchschnittliche Partikeldurchmesser voneinander abweichend sind. Da bei dieser Ausführungsform die Metallfolie **10** das gleiche Ergebnis wie die großen Partikel **5a** oder die Kissen **50a** erreicht und das Metallpulver **11** das gleiche Ergebnis wie die (kleinen) Partikel **50b** erzielt, kann ein Element/Elektroden-Kontaktbauteil erhalten werden, mit welchem sich die weiter oben genannte Aufgabe der vorliegenden Erfindung lösen läßt.

Bei dieser Ausführungsform kann das Einfügen des Kontaktzwischenbauteiles **5** zwischen das Halbleiterelement **1** und die Elektrodenplatte **2** den Kontaktdruck auf die gesamte Oberfläche des Halbleiterelementes **1** verteilen, so daß sich ein Kontaktwiderstandsdruck des Elementes erhöhen läßt und weiterhin der elektrische Kontaktwiderstand und der thermische Kontaktwiderstand verringern lassen. Beispielsweise kann im Falle des Elementes, wie es unter "mit Metallpulver" in Tabelle 1 beschrieben wurde, der Kontaktdruck, der ein Brechen des Elementes bewirkt, gegenüber dem Fall "ohne Metallpulver" in Tabelle 1 sich praktisch verdoppeln.

#### (Vierte Ausführungsform)

Fig. 7 ist eine schematische Schnittdarstellung durch eine Halbleitervorrichtung **200** des Druckkontakttyps gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Diese Ausführungsform verwendet ein thermisches Pufferelektrodenbauteil.

Die Halbleitervorrichtung **200** umfaßt im wesentlichen das Halbleiterelement **1** (wärmeemittierendes Element), ein Paar von thermischen Pufferelektrodenbauteilen **8** (nachfolgend als "Elektrodenplatten" bezeichnet), welche die Halbleitervorrichtung **1** durch sandwichartiges Einschließen der beiden Hauptelektrodenoberflächen (Hauptoberfläche und rückwärtige Oberfläche) der Halbleitervorrichtung **1** tragen, und ein Paar von Abstrahlungsplatten **4** (Abstrahlungsbau-  
teilen), welche an den Außenseiten der Elektrodenplatten **8** angeordnet sind und die Elektrodenplatten **8** durch sandwichartiges Einschließen der Elektrodenplatten **8** tragen. Die Laminatbauteile **1**, **4** und **8** werden miteinander in Druckkontakt gebracht, indem von der Außenseite des Paares von Abstrahlungsplatten **4** ein bestimmter Kontaktdruck (z. B.  $100 \text{ kg/cm}^2$ ) aufgebracht wird, wie durch die Pfeile in Fig. 7 veranschaulicht.

Das Paar der Elektrodenplatten **8** ist aus Molybdän, Wolfram oder dergleichen gefertigt und ist als Elektrodenbauteil mit einer thermischen Pufferfunktion ausgelegt, um Wärme oder Hitze von dem Halbleiterelement **1** abzupuffern, sowie eine Elektrodenfunktion auszuführen, indem Elektroden-signale vom Halbleiterelement **1** herausgezogen oder abgegriffen werden können. Vorstehende Abschnitte der Elektrodenplatten **8** sind hierbei Elektrodenabgriffabschnitte, welche mit nicht gezeigten äußeren Anschlüssen verbindbar sind. Die Elektrodenabgriffabschnitte können mit den äußeren Elektroden durch eine Verschraubung, einen Klemmkontakt, Löten, eine Drahtbondierung oder dergleichen verbunden sein.

Eine isolierende Schicht **9** aus einem isolierenden Material ist einstückig an einer Oberfläche einer jeden Elektrodenplatte **8** ausgebildet, welche der Abstrahlungsplatte **4** zuweist. Die isolierende Schicht **9** kann aus einem Material aus der nachfolgenden Gruppe gefertigt sein:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiN}$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{SiC}$ , DLC (diamond like carbon = diamantartiger Kohlenstoff) oder dergleichen. Dieses Material wird auf dem Material der Elektrodenplatte **8**, welches beispielsweise Molybdän (Mo), Wolfram (W) oder dergleichen ist, durch Vakuumabscheiden, Sputtern, CVD (chemische Dampfabscheidung), thermisches Aufsprühen, Aufdrucken oder dergleichen ausgebildet werden.

Die isolierende Schicht **9**, welche quasi einstückig mit der Elektrodenplatte **8** ausgebildet ist, kann durch das folgende Verfahren hergestellt werden: Die Oberfläche des Mo, des W oder dergleichen, auf der die isolierende Schicht auszubilden ist, wird teilweise durch ein organisches Material oder anorganisches Material abgedeckt oder maskiert. Danach wird ein Molybdänoxidfilm, ein Wolframoxidfilm oder dergleichen auf der Oberfläche der Elektrodenplatte **8** unter Verwendung einer thermischen Oxidation oder dergleichen ausgebildet, so daß die isolierende Schicht **9** und die Elektrodenplatte **8** einstückig gebildet werden. Die Dicke der Isolierschicht **9**, welche einstückig auf der Elektrodenplatte **8** ausgebildet wird, liegt bevorzugt in einem Bereich zwischen 1 und  $10 \mu\text{m}$ , abhängig von empirischer Kenntnis unter Berücksichtigung sowohl der Isolationseigenschaften als auch eines geringen thermischen Widerstandes.

In der Halbleitervorrichtung **200** mit obigem Aufbau wird ein Strompfad gebildet, so daß ein von außen kommender Strom von dem oberen Elektrodenabgriffabschnitt **8a** der oberen Elektrodenplatte **8** zu dem unteren Elektrodenabgriffabschnitt **8a** der unteren Elektrodenplatte **8** durch das Halbleiterelement **1** fließen kann. Somit wird das elektrische Signal vom Halbleiterelement **1** über die Elektrodenplatte **8** nach außen hin geführt oder abgreifbar. Der Abstrahlungspfad wird so ausgebildet, daß von dem Halbleiterelement **1** erzeugte Wärme oder Hitze nach außen von jeder Abstrahlungsplatte **4** über die oberen und unteren Elektrodenplatten **8** und jede isolierende Schicht **9** abgestrahlt wird.

Da bei dieser Ausführungsform eine Kontaktschnittstelle zwischen der Elektrodenplatte **8** und der isolierenden Schicht **9** durch Ausbilden des isolierenden Materials auf der Oberfläche der Elektrodenplatte **8** in Form der isolierenden



Schicht 9 geglättet oder fein gemacht wird, lassen sich Lücken oder Spalte zwischen den Kontaktschnittstellen im Vergleich zu einem herkömmlichen Aufbau vergleichen, in welchem ein Elektroden-Festkörperbauteil und ein isolierendes Festkörperbauteil miteinander in Kontakt gebracht werden, indem sie direkt in Druckkontakt gebracht werden, so daß insgesamt der thermische Widerstand an der Kontaktschnittstelle zwischen der Elektrodenplatte 8 und der isolierenden Schicht 9 erheblich verringert werden kann. Somit können sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand zwischen dem Halbleiterelement 1 und der Elektrodenplatte 8 verringert werden.

Bei dem Verfahren zum Ausbilden der Isolierschicht 9 unter Verwendung einer Vakuumabscheidung, einer thermischen Oxidation oder dergleichen läßt sich die isolierende Schicht 9 problemlos auf der Elektrodenplatte 8 unabhängig von der Form der Elektrodenplatte 8 ausbilden, so daß der Freiheitsgrad bezüglich der Form der Elektrodenplatte 8 anwächst. Mit anderen Worten, die Formgebung der Elektrodenplatte 8 muß nicht unbedingt eine flache Platte sein. Somit kann der Freiheitsgrad bezüglich der Formgebung der Halbleitervorrichtung 200 insgesamt erhöht werden.

Weiterhin läßt sich bei dieser Ausführungsform das Ergebnis erhalten, daß das thermische Pufferelektrodenbauteil 8 verwendet wird. Fig. 8 zeigt eine Halbleitervorrichtung J1 des Druckkontaktyps gemäß des Standes der Technik, in der ein thermisches Pufferelektrodenbauteil nicht verwendet wird. Genauer gesagt, die Halbleitervorrichtung J1 gemäß Fig. 8 ist eine Halbleitervorrichtung des Druckkontaktyps, bei welcher das Halbleiterelement 1 zwischen einem Paar von thermischen Pufferplatten J2 sandwichartig eingeschlossen ist, welche aus Mo oder W gefertigt sind und an der oberen und unteren Seite des Halbleiterelementes anliegen. Die thermischen Pufferplatten J2 wiederum sind durch ein Paar von Elektrodenplatten J3 aus Kupfer oder dergleichen von oberen und unteren Seiten her sandwichartig eingeschlossen, und die Elektrodenplatten J3 wiederum sind durch ein Paar von Abstrahlungsplatten 4 sandwichartig eingeschlossen, wobei isolierende Platten J4 aus Aluminiumnitrid oder dergleichen zwischengeschaltet sind.

Da bei der erfindungsgemäßen Halbleitervorrichtung 200 die Anzahl von Kontaktschnittstellen durch Verwendung der thermischen Pufferelektrodenplatte 8 verringert werden kann, um so die Anzahl von Einzelteilen zu verringern, läßt sich der Gesamtwiderstand der Einzelteile und der Kontaktschnittstellen-Widerstand zwischen den Einzelteilen ebenfalls verringern. Genauer gesagt, im Falle der Halbleitervorrichtung J1 gemäß Fig. 8 kann die Anzahl von Kontaktschnittstellen von zwei auf eine in dem Strompfad verringert werden und von vier auf zwei in dem Abstrahlungspfad. Da ein Absolutwert des Kontaktschnittstellen-Widerstandes unter den Einzelteilen im Vergleich zum Gesamtwiderstand der Einzelteile groß ist, läßt sich der elektrische Widerstand und der thermische Widerstand durch Verringern der Anzahl von Kontaktschnittstellen erheblich verringern.

Tabelle 3 zeigt die Vorteile der Halbleitervorrichtung 200 im Vergleich zur Halbleitervorrichtung J1 nach dem Stand der Technik, wie sie in Fig. 8 gezeigt ist. Hierbei verwendet die Halbleitervorrichtung nach dem Stand der Technik die isolierende Platte J4, welche eine massive Platte aus Aluminiumnitrid mit einer Dicke von 0,625 mm ist, und die Halbleitervorrichtung 200 gemäß der Erfindung verwendet die isolierende Schicht 9 aus Aluminiumnitrid, welche durch Sputtern gebildet ist und eine Dicke von 2 µm hat. Der Kontaktdruck sowohl in der Halbleitervorrichtung J1 als auch der Halbleitervorrichtung 200 beträgt 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabelle 3

	ELEKTRISCHER WIDERSTAND	THERMISCHER WIDERSTAND
STAND DER TECHNIK	1	1
VIERTE AUSFÜHRUNGSFORM	0,140	0,213

Wie aus Tabelle 3 zu sehen ist, sind sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand dieser Ausführungsform als Ergebnis der Verringerung der isolierenden Schicht 9 verringert, welche einstückig auf der thermischen Pufferelektrodenplatte 8 ausgebildet ist, sowie als Ergebnis einer Verringerung der Anzahl von Einzelteilen. Da somit eine Halbleitervorrichtung des Druckkontaktyps als Vorrichtung mit hoher Kapazität hergestellt werden kann, indem sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand verringert werden, kann die Anzahl von Halbleiterelementen 1 pro Modul verringert werden, so daß wiederum die Kosten einer gesamten Vorrichtung gesenkt werden können.

Die isolierende Schicht 9 ist einstückig mit der thermischen Pufferelektrodenplatte 8 in der vierten Ausführungsform ausgebildet; die isolierende Schicht 9 kann jedoch auf der Abstrahlungsplatte (Wärmesenke) 4 als die abstrahlende Vorrichtung an einer Oberfläche ausgebildet werden, welche mit der Elektrodenplatte 8 kontaktiert ist, was durch Vakuumabscheidung oder dergleichen erfolgt. Mit dieser Anordnung lassen sich die gleichen Ergebnisse wie in der vierten Ausführungsform erzielen. Hierbei ist das Abstrahlungsbauteil aus einem thermisch leitfähigen Material, beispielsweise Kupfer, Aluminium oder dergleichen, im wesentlichen dicker oder größer als die Elektrodenplatte ausgebildet, um die Abstrahlungseigenschaften zu verbessern. Von daher ist es bevorzugt, die isolierende Schicht 9 auf der Elektrodenplatte 8 unter Berücksichtigung der Anbringbarkeit mittels einer Filmausbildungsvorrichtung, beispielsweise einer Vakuumabscheidenvorrichtung oder einer Sputtervorrichtung während der Ausbildung des isolierenden Films auszubilden.

Die vierte Ausführungsform läßt sich auch bei einer Halbleitervorrichtung anwenden, welche nicht vom Druckkontaktyp gemäß Fig. 7 ist, sowie bei einer Halbleitervorrichtung des Druckkontaktyps. Weiterhin ist sie bei anderen Halbleitervorrichtungen anwendbar, bei denen ein wärmeabstrahlendes Element zwischen einem Paar von Elektrodenbauteilen sandwichartig eingeschlossen ist, welche sowohl die thermische Pufferfunktion zum Puffern der Wärme vom abstrahlenden Element als auch die Elektrodenfunktion haben, um von dem wärmeabstrahlenden Element elektrische Signale abzugreifen und wobei die Elektrodenbauteile durch ein Paar von Abstrahlungsbauteilen von der äußeren Seite her

sandwichartig eingeschlossen sind.

[Fünfte Ausführungsform]

**Fig. 9** ist eine schematische seitliche Schnittdarstellung einer Halbleitervorrichtung **300** des Druckkontakttyps gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Halbleitervorrichtung **300** des Druckkontakttyps wird durch Hinzufügen eines Abdeckteiles **20** aus einem isolierenden Material zu der Halbleitervorrichtung **100** des Druckkontakttyps gemäß **Fig. 1** gebildet.

In dieser Ausführungsform ist das Abdeckteil **20** in Rahmenform entsprechend der äußeren Form des Halbleiterelementes **1** und der Elektrodenplatte **2** ausgebildet und ist so angeordnet, daß eine innere Oberfläche des Rahmens die äußere Umfangsoberfläche sowohl des Halbleiterelementes **1** als auch der Elektrodenplatte **2** kontaktiert. Somit deckt das Abdeckteil **20** einen Umfangsabschnitt eines Bereiches ab, wo das Halbleiterelement **1** in Kontakt mit der Elektrodenplatte **2** über das Kontaktzwischenbauteil **6** ist, sowie einen Umfangsabschnitt des Bereiches, wo die Elektrodenplatte **2** die isolierende Platte **3** über das Kontaktzwischenbauteil **6** kontaktiert. Hierbei ist das Abdeckteil **20** an die äußeren Umfangsoberflächen des Halbleiterelementes **1** und der Elektrodenplatte **2** befestigt.

Das Abdeckteil **20** kann aus einem elektrisch isolierenden Material, beispielsweise PPS (Polyphenylensulfid), Epoxypolymer, Keramik, PBT (Polybutylen-Terephthalat) oder anderen keramischen Bauteilen sein, um Funkenüberschläge sowie Kurzschlüsse zwischen dem Halbleiterelement **1** und der Elektrodenplatte **2** zu verhindern. Vom Standpunkt der Haltbarkeit aus ist es bevorzugt, das PPS, ein Epoxypolymer oder eine Keramik (free-cutting ceramic) zu verwenden, wenn das Abdeckteil **20** einer Temperatur von mehr als annähernd 150°C aufgrund der Wärme ausgesetzt ist, welche von dem Halbleiterelement **1** abgegeben wird, und PBT kann verwendet werden, wenn das Abdeckteil **20** einer Temperatur nicht höher als annähernd 120°C ausgesetzt ist.

Da in dieser Ausführungsform das Abdeckteil **20** die Kontaktzwischenbauteile **5** und **6** abdeckt, kann verhindert werden, daß das Kontaktzwischenbauteil **5** bzw. **6**, welches in Partikel- oder Pulverform vorliegt, sprüht oder spritzt, was ein zusätzlicher Vorteil zu der Halbleitervorrichtung **100** von **Fig. 1** ist.

Weiterhin ist das rahmenförmige Abdeckteil **20** so angeordnet, daß es mit der äußeren Umfangsoberfläche des Halbleiterelementes **1** und der Elektrodenplatte **2** in Kontakt ist. Somit wirkt das Abdeckteil **20** als Führungsteil zum Ausrichten oder Positionieren, wenn das Halbleiterelement **1** mit der Elektrodenplatte **2** über das Kontaktzwischenbauteil **5** kontaktiert, und als Trag- und Stützteil, um zu verhindern, daß die Bauteile **1** und **2** in Richtung der Kontaktoberfläche rutschen.

In dieser Ausführungsform ist das Abdeckteil **20** in Rahmenform ausgebildet, um sich der äußeren Form des Halbleiterelementes **1** und der Elektrodenplatte **2** anzupassen, so daß die gesamte äußere Umfangsoberfläche des Halbleiterelementes **1** und der Elektrodenplatte **2** abgedeckt ist. Das Abdeckteil kann jedoch auch so ausgebildet sein, daß es diese Umfangsoberflächen nur teilweise abdeckt. Beispielsweise ist es möglich, nur den Bereich abzudecken, in welchem das Zwischenbauteil **5** besonders leicht austreten oder herausspritzen kann, indem ein wandförmiges Abdeckteil verwendet wird.

[Abwandlungsformen]

In der ersten Ausführungsform kann das Kontaktzwischenbauteil **5** aus drei oder mehr Arten von Partikeln gefertigt werden, deren durchschnittliche Partikeldurchmesser sich voneinander unterscheiden, und jede Art von Partikel kann aus einem anderen Material gefertigt sein. Das Kontaktzwischenbauteil **6** bzw. **7** kann aus Metallpulver sein, und die beiden Partikel **5a** und **5b** können aus anderen Materialien wie Gold oder Silber sein und können auch weiterhin in Form einer elektrisch leitfähigen Folie, beispielsweise einer Metallfolie wie in der dritten Ausführungsform, oder aus einer Kohlenstoffaserschicht mit thermischer Leitfähigkeit sein.

In der Halbleitervorrichtung **100** können die Kontaktzwischenbauteile **6** und **7** weggelassen werden, solange zumindest das Kontaktzwischenbauteil **5** zwischen dem Halbleiterelement **1** und die Elektrodenplatte **2** eingefügt ist, um den elektrischen Widerstand und den thermischen Widerstand zwischen dem Halbleiterelement **1** und der Elektrodenplatte **2** zu verringern. Weiterhin können die Kontaktzwischenbauteile **6** und **7** zumindest entweder zwischen der Elektrodenplatte **2** und der isolierenden Platte **3** oder der isolierenden Platte **3** und der Abstrahlungsplatte **4** angeordnet sein.

In der vierten Ausführungsform kann das Kontaktzwischenbauteil **5**, wie es in einer der ersten bis dritten Ausführungsformen beschrieben wurde, zwischen dem Halbleiterelement **1** und der Elektrodenplatte **2** eingefügt sein. Hierbei lassen sich die Vorteile erzielen, welche mit dem Kontaktzwischenbauteil **5** erzielbar sind, sowie die Vorteile, wie sie unter Bezug auf die vierte Ausführungsform beschrieben wurden. Weiterhin kann in der vierten Ausführungsform das Kontaktzwischenbauteil **6** als thermisch leitfähiges Bauteil aus Metallpulver (Gold oder Silber) mit guter thermischer Leitfähigkeit, wie in der ersten Ausführungsform beschrieben, zwischen der Elektrodenplatte **2** und dem Abstrahlungsteil **4** eingefügt werden. In diesem Fall läßt sich der thermische Widerstand noch weiter verringern.

Die Halbleitervorrichtung kann so ausgebildet werden, daß nur eine Oberfläche des Halbleiterelementes **1** mit der Elektrodenplatte **2** über Druckkontakt kontaktiert und die andere Oberfläche mit der Elektrodenplatte **2** durch Löten oder dergleichen kontaktiert. In diesem Fall kann das Kontaktzwischenbauteil **5** zwischen das Halbleiterelement **1** und die Elektrodenplatte **2** eingefügt werden, welche miteinander in Druckkontakt stehen. Das Kontaktzwischenbauteil **5**, wie es in einer der betreffenden Ausführungsformen beschrieben worden ist, kann zwischen ein wärme- oder hitzeabstrahlendes Element und ein Elektrodenbauteil einer elektrischen Vorrichtung eingefügt werden, bei der elektrische Signale von dem wärmeabstrahlenden Element über das elektrische Bauteil durch Kontaktieren des wärmeabstrahlenden Bauteiles und des Elektrodenbauteiles zusammen abgegriffen werden, wie bei einer Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps.

Beschrieben wurde eine Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps, bei der eine Hauptelektrodenoberfläche eines Halbleiterelementes mit einer Elektrodenplatte über einen Druck- oder Preßkontakt kontaktiert wird, wobei sowohl der elektrische Widerstand als auch der thermische Widerstand zwischen der Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterele-

menten und der Elektrodenplatte verringert sind. Die Halbleitervorrichtung des Druckkontakttyps ist mit dem Halbleiterelement mit Elektrodenoberflächen, einem Paar von Elektrodenplatten, welche mit den Elektrodenoberflächen über den Druckkontakt kontaktieren, einem Paar von isolierenden Platten, welche mit den Außenseiten des Paares der Elektrodenplatten über den Druckkontakt kontaktieren und einem Paar von Abstrahlungsplatten versehen, welche mit den Außenseiten des Paares der isolierenden Platten über den Druckkontakt kontaktieren. Ein Kontaktzwischenbauteil, welches aus Partikelteilen mit wenigstens thermischer Leitfähigkeit und elektrischer Leitfähigkeit gefertigt ist, ist zwischen das Halbleiterelement und die Elektrodenplatte eingefügt. Die Partikelteile des Kontaktzwischenbauteiles umfassen große Partikel mit einem durchschnittlichen Partikeldurchmesser von mehr als 2 µm und kleine Partikel mit einem durchschnittlichen Partikeldurchmesser von gleich oder weniger als 2 µm. Kontaktzwischenbauteile sind in die Lücken oder Spalten eingefügt, welche zwischen der Elektrodenplatte und der isolierenden Platte erzeugt werden, sowie zwischen der isolierenden Platte und der Abstrahlungsplatte, um diese Lücken oder Spalte auszufüllen. Die Kontaktzwischenbauteile sind aus pulverförmigem Material mit zumindest thermischer Leitfähigkeit gefertigt.

#### Patentsprüche

1. Eine elektrische Vorrichtung, mit:  
einem wärmeabstrahlenden Element (1) zur Ausgabe elektrischer Signale und zur Abstrahlung von Wärme während des Betriebs; und  
einem Elektrodenbauteil (2), welches mit dem wärmeabstrahlenden Element mit einem dazwischengeschalteten Kontaktzwischenbauteil (5) kontaktiert zum Abgriff des elektrischen Signales von dem wärmeabstrahlenden Element über das Kontaktzwischenbauteil.  
wobei das Kontaktzwischenbauteil gebildet ist aus:  
ersten Bauteilen (5a) mit einem ersten durchschnittlichen Durchmesser und mit elektrischer Leitfähigkeit und thermischer Leitfähigkeit, und  
zweiten Bauteilen (5b) mit einem zweiten durchschnittlichen Durchmesser kleiner als der erste durchschnittliche Durchmesser und mit elektrischer Leitfähigkeit und thermischer Leitfähigkeit.
2. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die ersten Bauteile (5a) erste Partikelteile in Partikelform und die zweiten Bauteile (5b) zweite Partikelteile in Partikelform beinhalten.
3. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der durchschnittliche Partikeldurchmesser der ersten Partikelteile (5a) mehr als 2 µm beträgt und wobei der durchschnittliche Partikeldurchmesser der zweiten Partikelteile (5b) gleich oder kleiner als 2 µm ist.
4. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei ein Volumenverhältnis der ersten Partikelteile aus einem Bereich von annähernd 5 Vol.-% bis annähernd 45 Vol.-% ausgewählt ist.
5. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei ein Volumenverhältnis der ersten Partikelteile aus einem Bereich von annähernd 15 Vol.-% bis annähernd 30 Vol.-% ausgewählt ist.
6. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der zweite durchschnittliche Durchmesser annähernd in einem Bereich von 1/50 bis 1/25 des ersten durchschnittlichen Durchmessers liegt.
7. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der zweite durchschnittliche Durchmesser annähernd in einem Bereich von 3/300 bis 3/100 des ersten durchschnittlichen Durchmessers liegt.
8. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der zweite durchschnittliche Durchmesser annähernd in einem Bereich von 1/100 bis 1/50 des ersten durchschnittlichen Durchmessers liegt.
9. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der zweite durchschnittliche Durchmesser annähernd in einem Bereich von 1/200 bis 1/100 des ersten durchschnittlichen Durchmessers liegt.
10. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die zweiten Partikelteile (5b) in Spalte oder Lücken eingefügt sind, welche zwischen den ersten Partikelteilen (5a) ausgebildet sind.
11. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die ersten Bauteile (5a) Kissen (50a) beinhalten, welche zumindest entweder an dem wärmeabstrahlenden Element oder dem Elektrodenbauteil ausgebildet sind und den ersten durchschnittlichen Partikeldurchmesser haben, und wobei die zweiten Bauteile (5b) Partikelteile beinhalten, welche in Partikelform mit dem zweiten durchschnittlichen Partikeldurchmesser ausgebildet sind, wobei diese Partikelteile in Lücken oder Spalte zwischen den Kissen (50a) eingefügt sind.
12. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Kontaktzwischenbauteil aus einem oder mehreren Materialien aus der nachfolgenden Gruppe ausgewählt ist: Au, Ag, Sn, Al, Cu, Pt, Ni, Ti, C, Pb, Cr, Mo, W, Lotverbindungen und Zusammensetzungen dieser Materialien.
13. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die ersten Teile aus einem oder mehreren Materialien sind, welche unterschiedlich zu demjenigen oder denjenigen der zweiten Teile sind.
14. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin mit einem Abdeckteil (20) aus einem isolierenden Material, welches an äußeren Umfangsabschnitten sowohl des wärmeabstrahlenden Elementes als auch des Elektrodenbauteiles angeordnet ist, wo das wärmeabstrahlende Element das Elektrodenbauteil über das Kontaktzwischenbauteil kontaktiert.
15. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das wärmeabstrahlende Element ein Halbleiterelement (1) mit einer Hauptelektrodenoberfläche, an der das elektrische Signal auszugeben ist, beinhaltet; wobei das Elektrodenbauteil eine Elektrodenplatte (2) beinhaltet, welche mit der Hauptelektrodenoberfläche des Halbleiterelementes über Druckkontakt kontaktiert, und wobei die elektrische Vorrichtung weiterhin aufweist:  
eine isolierende Platte (3), die mit der Elektrodenplatte an einer Oberfläche gegenüber der Oberfläche kontaktiert, mit welcher die Hauptelektrodenoberfläche kontaktiert;  
eine Abstrahlungsplatte (4), welche mit der isolierenden Platte an einer Oberfläche gegenüber der Oberfläche kontaktiert, mit der die Elektrodenplatte kontaktiert; und  
eines oder mehrere thermisch leitfähige Bauteile (6, 7) mit thermischer Leitfähigkeit, welche zumindest entweder

zwischen der Elektrodenplatte und der isolierenden Platte oder zwischen der isolierenden Platte und dem Abstrahlungsbauteil angeordnet sind.

16. Eine elektrische Vorrichtung, mit:

einem wärmeabstrahlenden Element (1) zur Ausgabe elektrischer Signale und zur Abstrahlung von Wärme während des Betriebs; und

einem Elektrodenbauteil (2), welches mit dem wärmeabstrahlenden Element mit einem dazwischengeschalteten Kontaktzwischenbauteil (5) kontaktiert zum Abgriff des elektrischen Signales von dem wärmeabstrahlenden Element über das Kontaktzwischenbauteil,

wobei das Kontaktzwischenbauteil aus einer Metallfolie (10) gefertigt ist, welche Oberflächen hat, die mit dem wärmeemittierenden Element und dem Elektrodenbauteil kontaktieren, wobei die Oberflächen verformt sind, um Kontaktflächen zwischen dem wärmeemittierenden Element und dem Elektrodenbauteil zu vergrößern; und wobei ein Metallpulver (11) in die Lücken oder Spalte eingefügt ist, welche zwischen den verformten Oberflächen und dem wärmeemittierenden Element und dem Elektrodenbauteil gebildet sind.

17. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 16, wobei das Kontaktzwischenbauteil aus einem oder mehreren Materialien aus der nachfolgenden Gruppe ausgewählt ist: Au, Ag, Sn, Al, Cu, Pt, Ni, Ti, C, Pb, Cr, MO, W, Lotverbindungen und Zusammensetzungen dieser Materialien.

18. Eine elektrische Vorrichtung, mit:

einem wärmeabstrahlenden Element (1) zur Ausgabe eines elektrischen Signales und zur Abstrahlung von Wärme im Betrieb;

einem Paar von Elektrodenbauteilen (2) zum sandwichartigen Einschließen des wärmeabstrahlenden Elementes, welche aus einem Material sind, welches Wärme von dem wärmeabstrahlenden Element abpuffert, und zum Abgreifen des elektrischen Signales von dem wärmeemittierenden Element;

einem Paar von Abstrahlungsbauteilen (4) zum sandwichartigen Einschließen des Paares von Elektrodenbauteilen; und

einem Paar von isolierenden Schichten (9), welche zwischen dem Paar von Elektrodenbauteilen bzw. dem Paar von Abstrahlungsbauteilen angeordnet sind, wobei jede der isolierenden Schichten einstückig an einer Oberfläche entweder des Elektrodenbauteiles oder des Abstrahlungsbauteiles ausgebildet ist.

19. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei jede der isolierenden Schichten (9) einstückig auf der Oberfläche des Elektrodenbauteiles ausgebildet ist.

20. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei jede der isolierenden Schichten (9) eine Dicke im Bereich von 1 bis 10  $\mu\text{m}$  hat.

21. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei jede der isolierenden Schichten (9) aus einem Material, ausgewählt aus der nachfolgenden Gruppe, gefertigt ist:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiN}$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{SiC}$  oder diamantartiger Kohlenstoff.

22. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei jedes der Elektrodenbauteile (2) mit dem wärmeemittierenden Element über ein dazwischenliegendes Kontaktzwischenbauteil (5) kontaktiert, wobei das elektrische Signal von dem wärmeemittierenden Element über das Kontaktzwischenbauteil abgegriffen wird, wobei das Kontaktzwischenbauteil gebildet ist aus:

ersten Bauteilen (5a) mit einem ersten durchschnittlichen Durchmesser und mit elektrischer Leitfähigkeit und thermischer Leitfähigkeit, und

zweiten Bauteilen (5b) mit einem zweiten durchschnittlichen Durchmesser kleiner als der erste durchschnittliche Durchmesser und mit elektrischer Leitfähigkeit und thermischer Leitfähigkeit.

23. Elektrische Vorrichtung nach Anspruch 18, weiterhin mit einem Paar von thermisch leitfähigen Bauteilen zwischen dem Paar von Elektrodenbauteilen bzw. dem Paar von Abstrahlungsbauteilen.

24. Ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Vorrichtung, mit den folgenden Schritten:

Verteilen einer Paste auf zumindest einem wärmeabstrahlenden Element (1) oder einem Elektrodenbauteil (2), wobei die Paste eine Mischung aus ersten Bauteilen (5a) mit einem ersten durchschnittlichen Durchmesser und zweiten Bauteilen (5b) mit einem zweiten durchschnittlichen Durchmesser kleiner als dem ersten durchschnittlichen Durchmesser ist, welche unter Verwendung eines flüchtigen Lösungsmittels gemischt werden;

Kontaktieren des wärmeemittierenden Elementes und des Elektrodenbauteiles über die Paste; und

Trocknen der Paste während des Kontaktierens des wärmeemittierenden Elementes und des Elektrodenbauteiles, um das flüchtige Lösungsmittel in der Paste zu entfernen.

25. Verfahren nach Anspruch 24, welches vor dem Schritt des Aufbringens den Schritt des Herstellens der Paste durch Mischen der ersten Bauteile (5a) und der zweiten Bauteile (5b) unter Verwendung des flüchtigen Lösungsmittels aufweist.

26. Ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Vorrichtung, mit den folgenden Schritten:

Einfügen eines Festkörpers zwischen einem wärmeemittierenden Element (1) und einem Elektrodenbauteil (2), wobei das Festkörperelement durch Mischen erster Bauteile (5a) mit einem ersten durchschnittlichen Durchmesser und zweiter Bauteile (5b) mit einem zweiten durchschnittlichen Durchmesser kleiner als dem ersten durchschnittlichen Durchmesser und dann deren Verfestigung zu einem Festkörper gebildet wird;

Kontaktieren des wärmeemittierenden Elementes und des Elektrodenbauteiles über den Festkörper; und

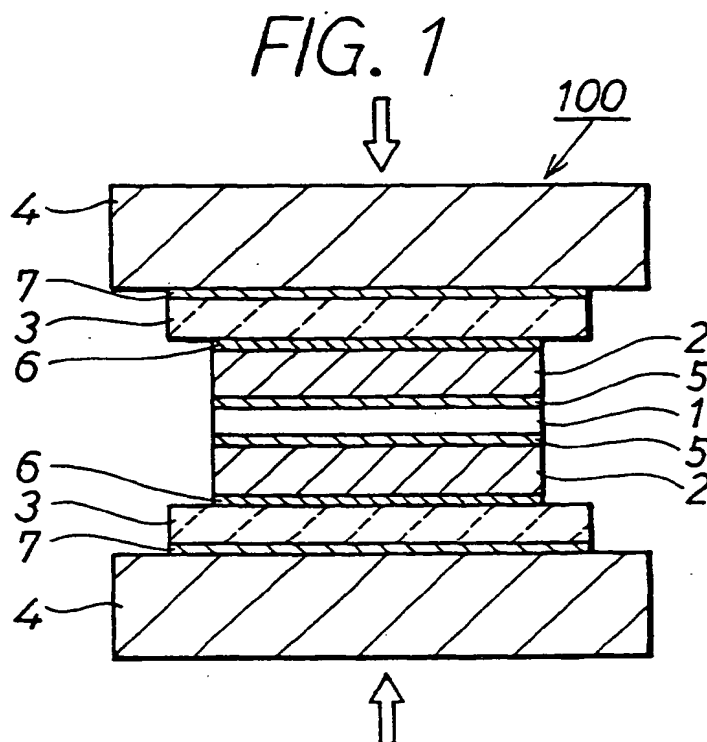
Pressen des Festkörpers über das wärmeemittierende Element und das Elektrodenbauteil, um den Festkörper zu verformen.

---

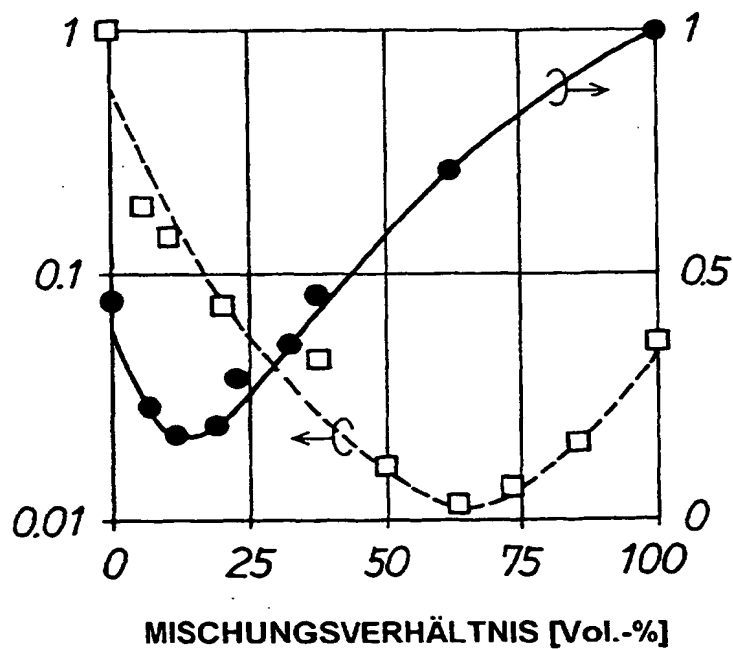
Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



ÄNDERUNGSBETRAG DES  
ELEKTRISCHEN KONTAKT-  
WIDERSTANDES [a,u]



ÄNDERUNGSBETRAG DES  
THERMISCHEN KONTAKT-  
WIDERSTANDES [a,u]

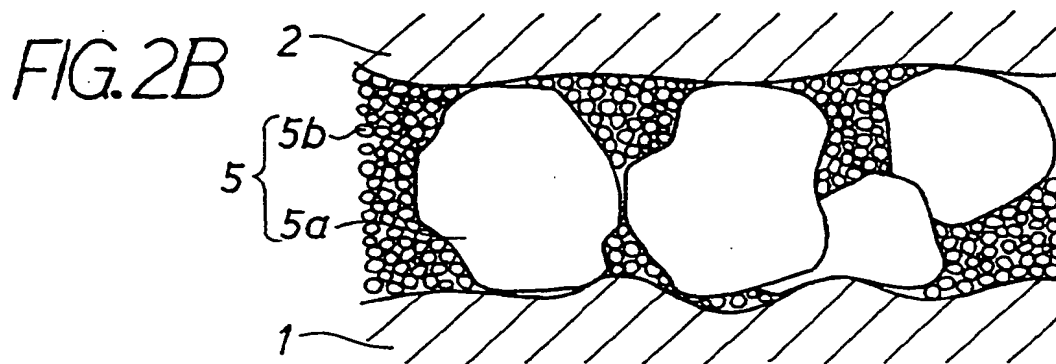
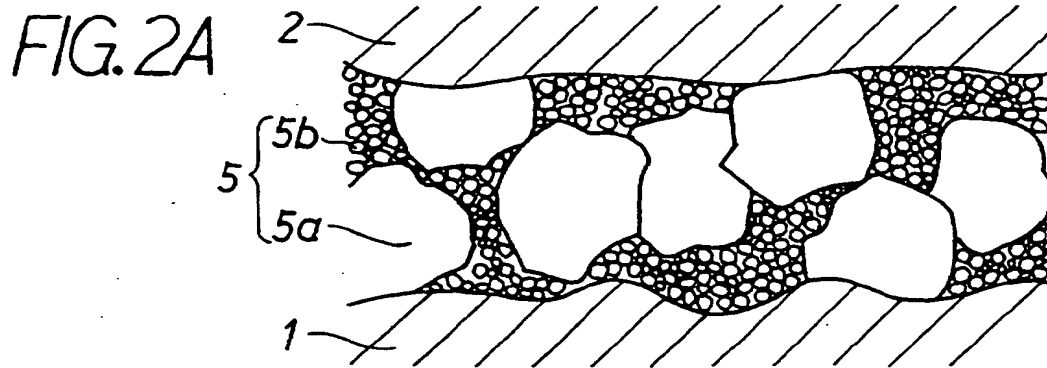




FIG. 4

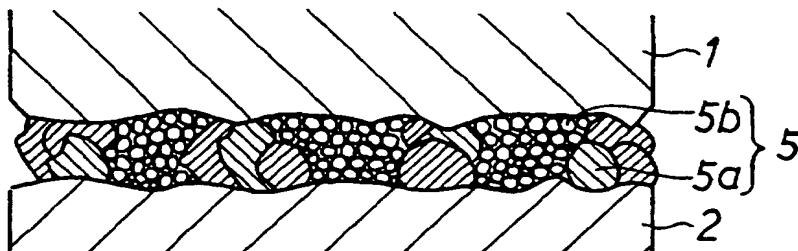


FIG. 5

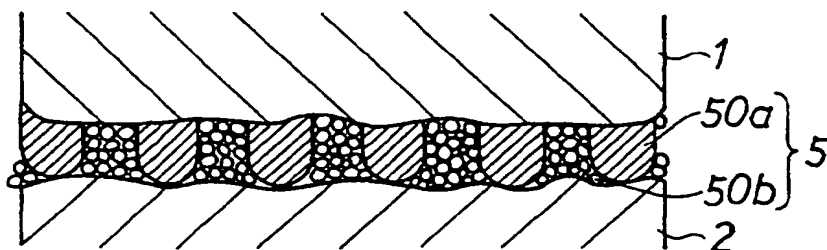


FIG. 6

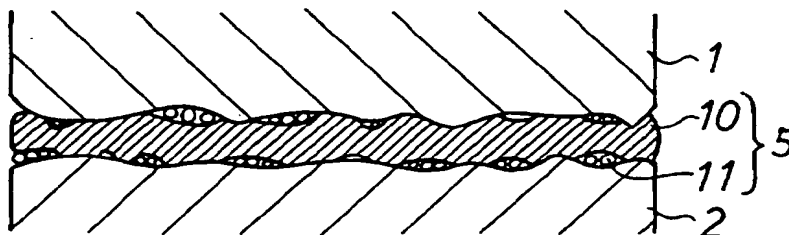


FIG. 7

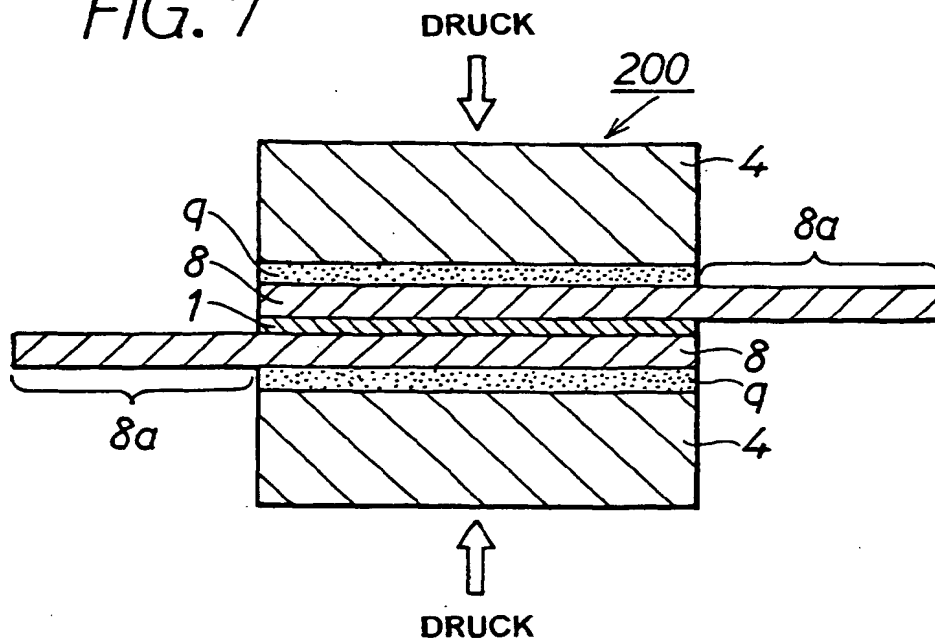


FIG. 8

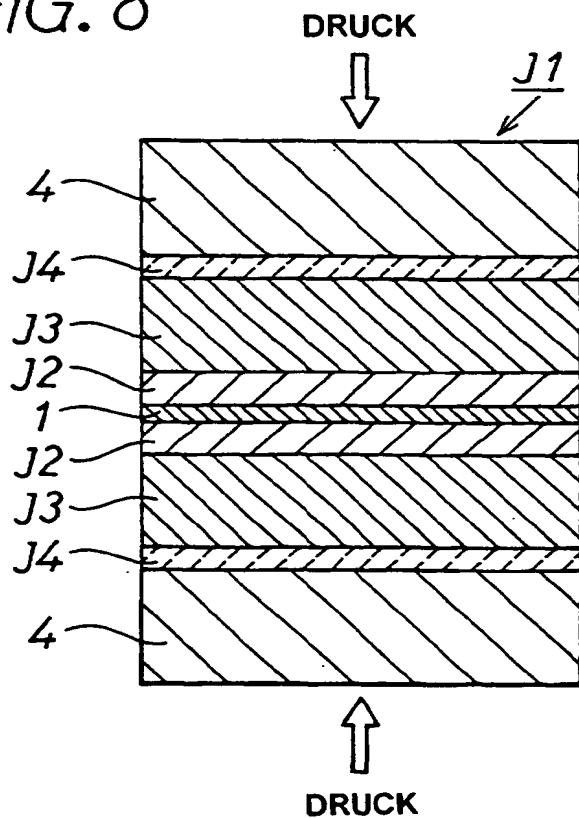
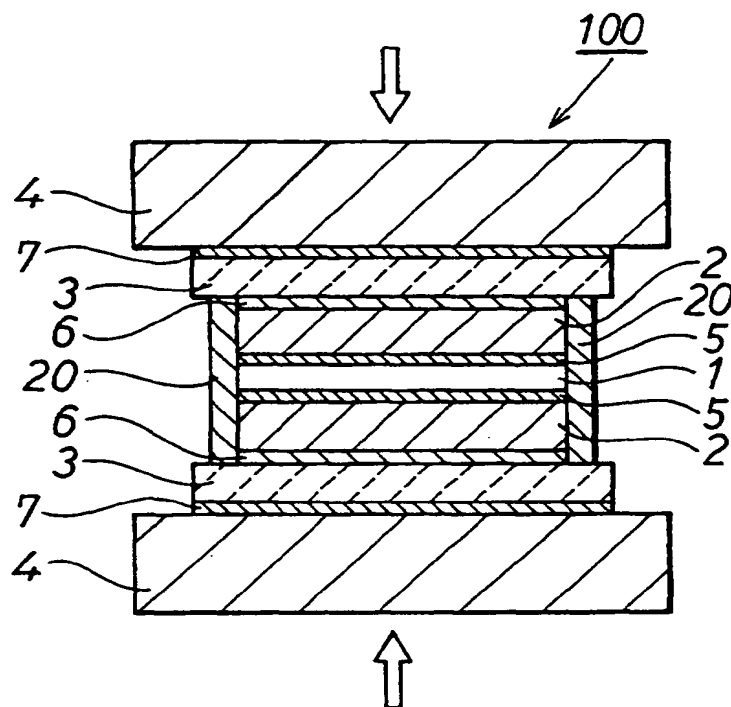
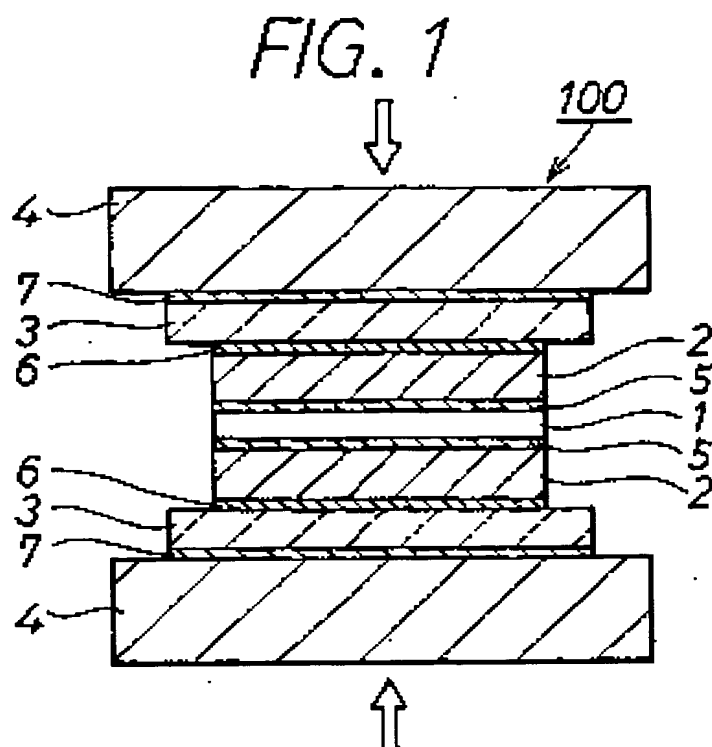


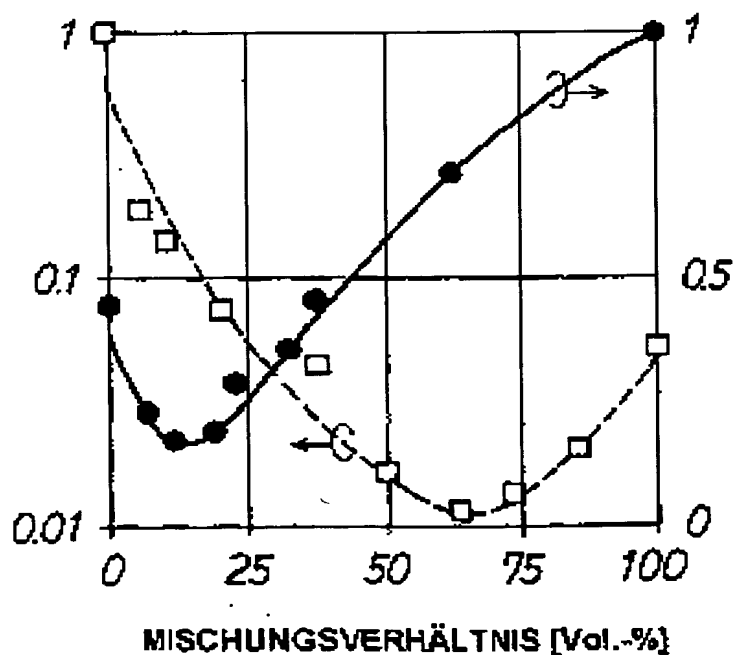
FIG. 9





**FIG. 3**

ÄNDERUNGSBETRAG DES  
ELEKTRISCHEN KONTAKT-  
WIDERSTANDES [a,u]



ÄNDERUNGSBETRAG DES  
THERMISCHEN KONTAKT-  
WIDERSTANDES [a,u]

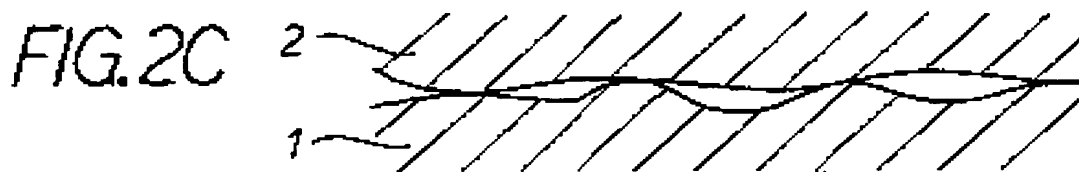
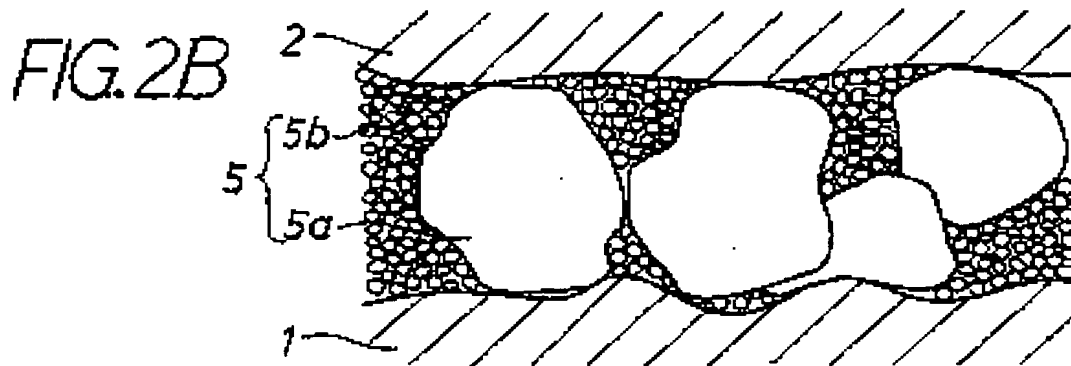
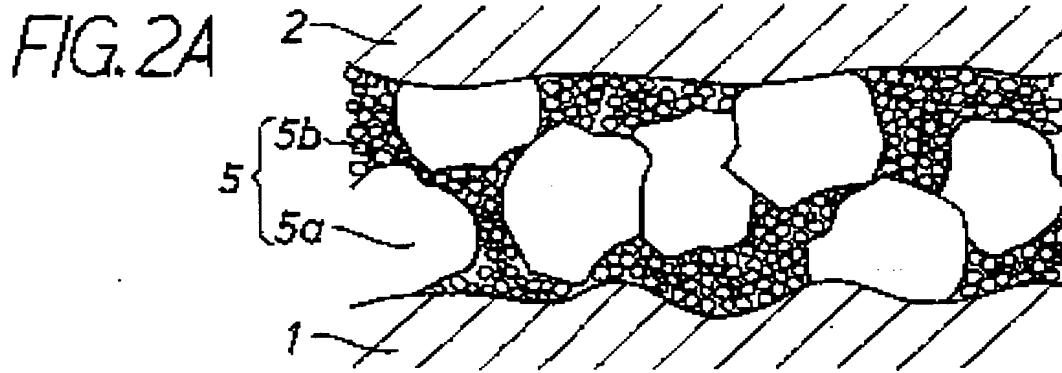


FIG. 4

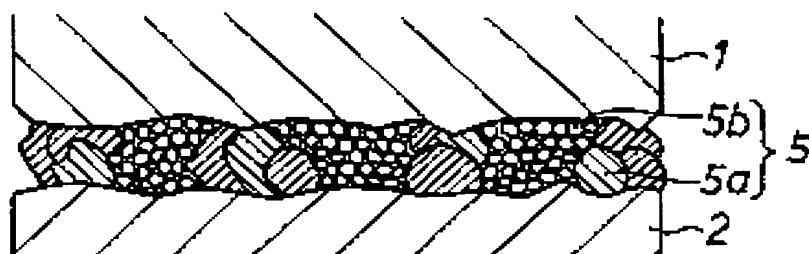


FIG. 5

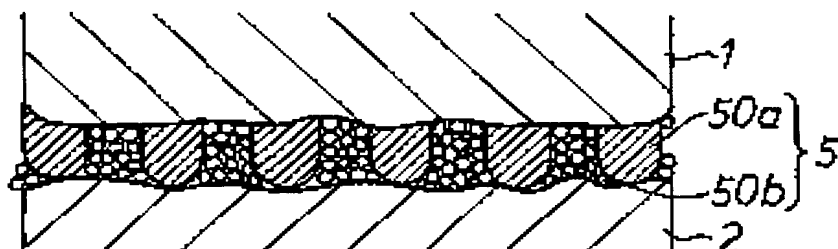


FIG. 6

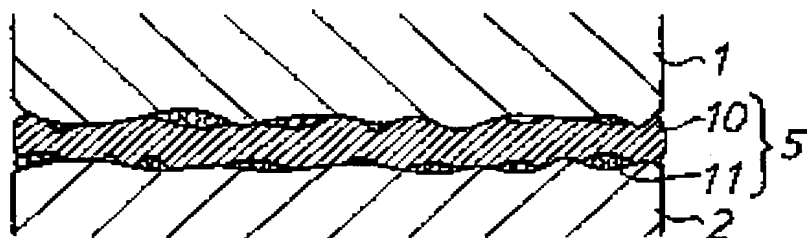


FIG. 7

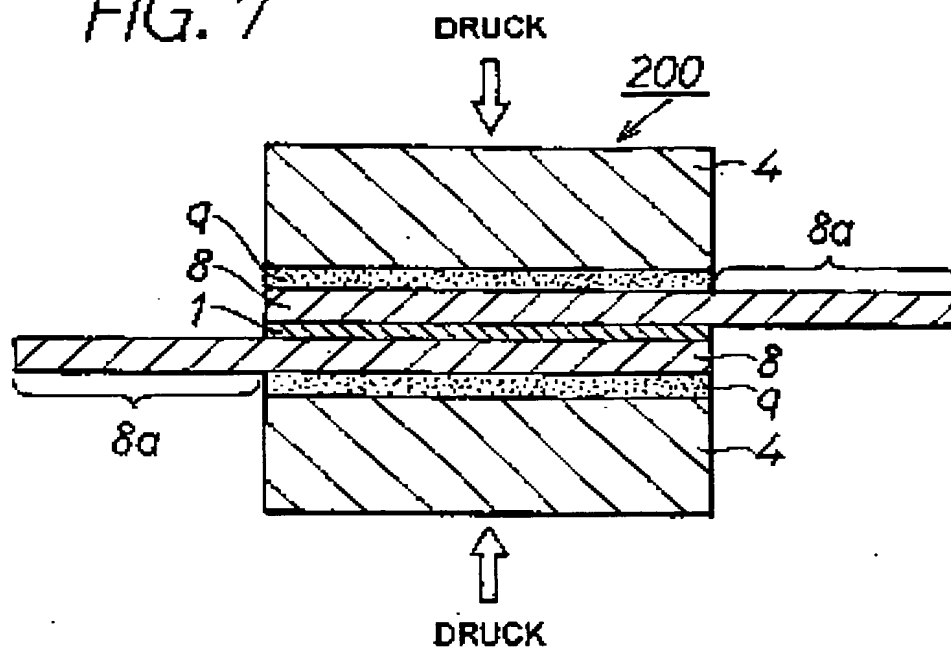


FIG. 8

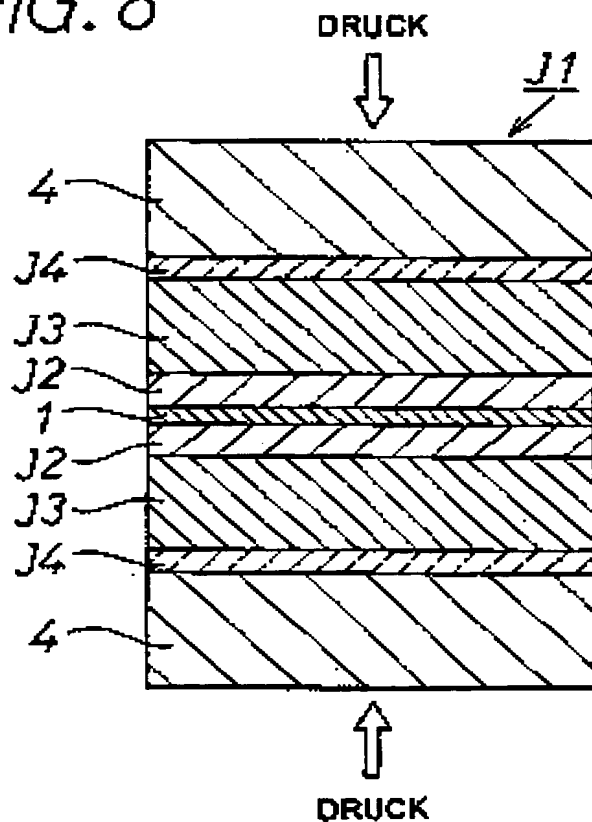
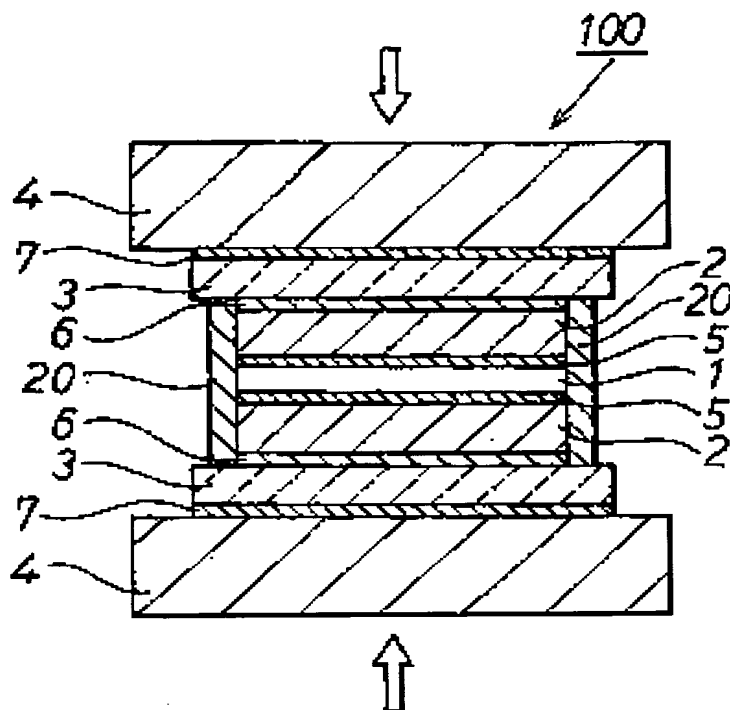




FIG. 9



***BLANK PAGE***